E.1938 B. 23

S.1838.
B32

5 JUL.1913

# NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

# SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

---

Tome XVIII,

formant le Tome XXIII de la collection.

---

LIVRAISON 1.

---

Avec 3 planches.

MOSCOU.
Typo-litographie de la Société I. N. Kouchnéreff & C-ie. Piménovskaïa, pr. mais.
1914.

# HEMMUNG DER EMBRYONALEN ENTWICKELUNG DURCH KÜNSTLICHEN PARASITISMUS.

BEITRAG ZUM EXPERIMENTELLEN STUDIUM DES BIOGENETISCHEN GRUNDGESETZES.

Von

**G. A. Belogolovy.**

Mit 3 Taf.

MOSCOU.

Typo-litogr. de la Société J. N. Kouchnéreff et C-ie. Pimenovskaïa, propre maison.

1914.

# Einleitung.

Als im Jahre 1897 Wilhelm Roux, der Gründer der gegenwärtigen experimentellen Embryologie, auf die Bedeutung des biogenetischen Grundgesetzes von Müller-Häckel näher einging, sprach er sich in dem Sinne aus, dass dieses Gesetz «bloss der Ausdruck der Wiederholung von typischen Bildungen sei, jedoch nichts über die Kräfte aussage, welche diese Wiederholung vollziehen. Ohne diese Kräfte kann aber überhaupt nichts geschehen. Es ist nicht recht verständlich, dass es nicht ein erstrebenswerthes Ziel sein soll, diese Kräfte und ihre speciellen Wirkungsweisen zu erforschen».

Diese durchaus richtige Ansicht ist aber bis auf heute nur als Wunsch ausgedrückt geblieben und hat nicht einmal Versuche veranlasst, diese interessante Frage zu klären.

Das biogenetische Gesetz veranlasste zwar eine eifrige und hartnäckige Polemik; diese betraf aber keineswegs das Studium der eigentümlichen Erscheinungen der Entwickelungsgeschichte der Organismen, welche einst die beiden berühmten deutschen Embryologen zu ihrer bekannten Schlussfolgerung gebracht hatten, sondern wandte sich ausschliesslich einer tendenziösen Anhäufung von einzelnen Tatsachen hin, welche *dafür*, oder *dawider* zeugen sollten.

Da die junge mechanistische Schule dieses Gesetz als einen Rest der früheren, rein beschreibenden Richtung betrachtete, welche sich mit der blossen Bestätigung der Wirkung gewisser Kräfte begnügte, so bestrebte sie sich die volle Haltlosigkeit der Schlussfolgerung selbst zu beweisen. Mit der grössten Energie wurde eine ganze Anzahl von Fakten zusammengesucht, wo die Entwickelung in einer dem biogenetischen Gesetze widersprechenden Richtung stattfand. Es entstand eine höchst umfangreiche Litteratur über die Regeneration, die Involution, über die tropischen Einflüsse auf die Entwickelung u. s. w.

Trotz aller dieser Bemühungen wurde jedoch das Ziel nicht erreicht. Alle von den Gegnern des biogenetischen Gesetzes angeführten Fakten liessen sich gewöhnlich ganz bequem in die Schranken desselben einfügen. Schon Müller und Häckel waren bei der Erforschung der Entwickelung verschiedener Organismen der Tatsache begegnet, dass das biogenetische Gesetz bei Weitem nicht alle Merkmale der Organismen umfasst, dass in der Entwickelungsgeschichte mehrere Merkmale auftreten, welche keineswegs diesem Gesetze, sondern der direkten Einwirkung äusserer Faktoren unterworfen sind. Sie bezeichneten diese Erscheinungen mit dem speziellen Namen der «Coenogenese» um sie von den Kennzeichen der «Palingenese» zu unterscheiden, welche dem von ihnen festgestellten Gesetze entsprechen.

Alle von den Gegnern des biogenetischen Gesetzes neu angeführten Beweise wurden demzufolge als neue Fälle der Coenogenese betrachtet und konnten den Wert der positiven

Daten, auf welchen das Gesetz begründet war, keineswegs beeinträchtigen. Die Stellung der Verteidiger dieses Gesetzes konnte keineswegs durch neue Fälle der Abweichung von demselben erschüttert werden, sondern einzig durch eine mechanistische Erklärung der positiven Fälle, in denen die Entwickelungsgeschichte der Species sich in derjenigen des Individuums wiederholt, und diese Forderung wurde auch an die Widersacher gestellt. «Geben sie uns eine mechanistische Erklärung der Rekapitulation, so werden wir Ihnen beistimmen; so lange Sie uns aber nichts, als neue Fälle der Coenogenese entgegenstellen, bleibt unser Standpunkt fest und unverändert». Diese Worte drücken die Gesinnung aus, welche in dem Lager der Anhänger des biogenetischen Gesetzes herrschte.

Mit dem ihm eigenen Scharfsinne sah Wilhelm Roux diese Sachlage ein und äusserte die Meinung, dass das biogenetische Gesetz eine mechanistische Erklärung bekommen müsse. Es konnte allein durch diese Erklärung eine Bresche in der alten Festung eingeschlagen und den experimentellen morphologischen Nachforschungen ein weites Feld eröffnet werden. Dem bescheidenen Versuche dieser Erklärung beizutragen ist vorliegende Arbeit gewidmet. Ich sehe wohl vollkommen ein, dass meine Nachforschung nur als Einleitung zu dem Studium dieses höchst interessanten und bis auf heute von den Forschern noch unberührten Gebiets gelten kann.

Wenn ich diese meine Arbeit veröffentliche, so ermutigt mich dazu nur die Hoffnung, dass das ausserordentliche Interesse der erbrachten Tatsachen selbst ein weiteres Studium der Frage veranlassen dürfte.

Es ist mir eine angenehme Pflicht der Kaiserlichen Moskauer Gesellschaft der Naturforscher für die freundliche Erlaubniss meine Experimente in ihrem Laboratorium fortsetzen zu dürfen meinen innigsten Dank hier auszusprechen und Herrn Prof. Menzbier, Director dieses Laboratoriums, für die allzeitige liebenswürdige Achtung.

---

## KAPITEL I.

### Teoretische Begründung der Experimente.

In meiner, in den Nachrichten der Kaiserlichen Moskauer Universität 1911, in russischer Sprache veröffentlichten Arbeit «Ueber die segmentale Lage der Grenze des Schädels bei Sauropsida», gehe ich auf das Wesen des biogenetischen Gesetzes von Müller-Häckel näher ein und äussere die Meinung, dass dieses letztere dem den Anwuchs der Kraftspannung *des Embryos* im Laufe der Entwickelung betreffenden, mechanischen Gesetze entspricht, und dass der Embryo im Allgemeinen bei seiner Entwickelung denselben Prozess des Anwuchses der Kraftspannung wiederholt, welchen *der Organismus* im Laufe seiner *Evolution* durchmachte.

In der Evolution können wir den historischen Prozess der Uebergänge verfolgen, welcher die Organismen von der Stufe einer willkürlichen Erzeugung von Individuen ohne morphologische Merkmale (amorpher) aus der Aussenwelt—endlich bis auf die höchst komplizierte, gegenwärtige Form bringt, welche eine Menge von speziellen morphologischen Merkmalen aufweist. Die Anzahl der morphologischen Kennzeichen, welche der Beobachtung zugänglich sind, bedingt die entsprechende Stellung der Organismen auf den Evolutionsstufen; im Stammbuche der Organismen werden diejenigen Formen am höchsten gestellt, welche die grösste Anzahl morphologischer Merkmale besitzen; als die primitivsten werden dagegen diejenigen anerkannt, deren Struktur durch morphologische Kennzeichen ungenügend charakterisiert ist, weshalb die Austeilung solcher Formen nur auf Grund physiologischer Eigenheiten geschehen kann. Die Vermehrung der Merkmale zeigt also den allmäligen Verlauf der Evolution an.

Folgendes Beispiel mag es erklären. Wenden wir uns z. B. der Evolution des Skeletts zu. Hier steigt die Linie der Evolution gleichzeitig mit derjenigen der Anzahl von Eigentümlichkeiten, welche das Squelett verschiedener Organismen aufweist. Wenn wir an den Gelenken des Frosches noch keinerlei komplizierte Bildungen merken, welche den Eigentümlichkeiten ihrer Funktionen entsprechen, bei einer anderen Form aber, wie z. B. bei Vögeln, oder Eidechsen solche schon vorhanden sind (wären sie auch anderen Bewegungen angepasst), so folgern wir daraus, dass der Frosch eine niedere Evolutionsstufe einnimmt, während der Vogel und die Eidechse auf einer verhältnissmässig höheren Stufe stehen. Ebenso muss auch das Knorpelskelett, welches keine bedeutende Anzahl von Merkmalen hat, als ein primitiveres angesehen werden.

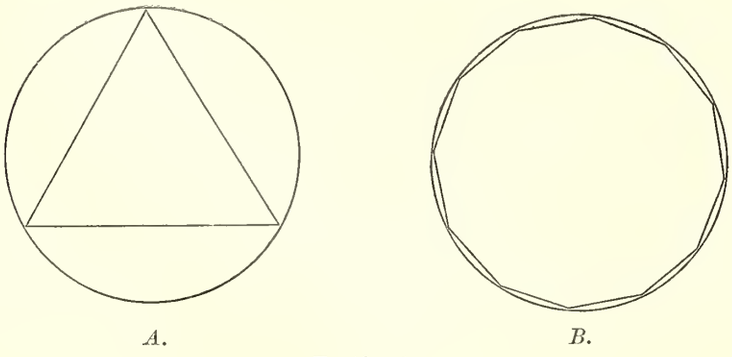
Wenn wir die Sache von dem mechanistischen Standpunkte aus betrachten, so sehen wir, dass durch die Vermehrung der Merkmale, welche von den Morphologen als Evolutionsmass angenommen wird, auch die Vermehrung der Reaktionen des Organismus auf die Aussenwelt sich ausdrückt.

Wenn wir in dem Knorpelskelett des Haies nur das Gepräge der allgemeinen Prinzipien seiner Tätigkeit finden, so können wir dagegen nach dem Skelette eines Säugetieres alle Einzelheiten seiner Bewegungen ausführlich beschreiben. Es genügt, die klassischen Untersuchungen von Cuvier oder W. Kowalewsky ins Gedächtniss zurückzurufen.

Die Vermehrung der Merkmale bedeutet also eine stärkere Reaktion des Organismus auf das umgebende Medium, eine grössere Spezialisierung und folglich eine stärkere Spannung seiner Tätigkeit. Wenn Knorpelskelette des Haies kein Gepräge der Einzelheiten seiner Tätigkeit trägt, so liegt die Ursache dieses Umstandes natürlich nicht darin, dass dieses Skelett unfähig wäre dieselben abzuprägen, sondern einzig nur darin, dass diese Einzelheiten für dasselbe gar nicht vorhanden sind. Die Tätigkeit eines Organismus mit undifferenzierten Strukturtypus und niederem Koeffizienten der Merkmale wird nur durch die allgemeinen Verhältnisse des umgebenden Mediums beeinflusst; für einen Organismus mit höherem Koeffizienten der Merkmale zerfallen dagegen diese allgemeinen Verhältnisse in eine Anzahl von abgesonderten Fällen, ein jeder solcher Fall veranlasst die Entstehung einer neuen Eigentümlichkeit in der Tätigkeit des Organismus und zugleich auch eines neuen Merkmals an demselben. Da also die Quantität der Merkmale eines Organismus die Einwirkung der Aussenwelt auf dasselbe ausdrückt, so bezeichnet sie folglich auch zugleich die Spannkraft seiner Tätigkeit. Wenn wir eine Anzahl von Organismen mit verschiedener Quantität von Merkmalen, oder was gleichbedeutend ist, mit verschiedener Quantität von speziellen Tätigkeiten betrachten, so können wir daraus schliessen, dass die Spannkraft ihrer Tätigkeit auch verschieden ist.

Demzufolge kann die Evolution der Organismen in ihrer Grundform als historischer Prozess betrachtet werden, welcher diese Organismen von dem Stadium einer geringen Spannung ihrer Tatkraft, welche eine nur unbedeutende Anzahl morphologischer Merkmale bedingt, zu den höheren Stufen der Kraftspannung bringt, auf denen sich diese Spannung in vielen speziellen Fällen offenbart, welche in der Struktur des Organismus als spezielle morphologische Kennzeichen sich abspiegeln.

Die erste Stufe dieses Prozesses gehört dem Stadium der generatio spontanea; der Organismus bifindet sich in einem amorphen Zustande, weil die Verhältnisse, welche seine unmittelbare Entstehung aus dem umgebenden Medium ermöglichen, eine totale Abwesenheit jeglicher Spannuug seiner Energie bedingen. Die höchste Stufe erreicht derjenige Organismus, welcher auf dem Höhepunkt seiner Kraftspannung steht, auf die maximale Anzahl von Einzelheiten der ihm eigentümlichen und möglichen Tätigkeit reagiert und eine Form mit einer (für ihn) maximalen Anzahl von Mekmalen schafft. Schematisch kann dieses (Textfig. 1) durch ein in einen Kreis eingezeichnetes Vieleck bezeichnet werden. Das Vieleck stellt den Organismus vor, die Zahl seiner Seiten die Kennzeichen seiner Struktur, und der Kreis—die Verhältnisse seiner Tätigkeit. Je gespannter seine Tätigkeit ist, desto mehr Seiten wird er haben, und desto mehr wird er sich seiner Schranke nähern, d. h. dem Abgepräge der Aussenwelt, in der Struktur seiner Organe (oder, was gleichbedeutend ist, in den Eigentümlichkeiten seiner Tätigkeit).



Textfig. 1.

Aus Obenausgeführtem ist ersichtlich, dass der Evolutionsprozess, d. h. das erste Element des biogenetischen Grundgesetzes als eine anwachsende Spannung der Tätigkeit der Organismen und als ein durch dieselbe veranlasstes Anwachsen der Anzahl ihrer Merkmale mechanisch ausgedrückt werden kann.

Von den Evolutionisten wird der Evolutionsprozess, von diesem Standtpunkte aus, gar nicht betrachtet, da sie vorzugsweise den qualitativen Veränderungen der sich ausbildenden Kennzeichen ihre Aufmerksamkeit zuwenden. Wie eben ausgeführt wurde, wird dadurch

ein Irrtum veranlasst, da die qualitativen Veränderungen nur die Ausbildung der entstehenden Merkmale bedingen.

In der Ontogenese kann ein ebensolches Anwachsen der Tätigkeitsspannung des Organismus und einer mit derselben verbundenen Vermehrung der Merkmale festgestellt werden.

Wir sehen in der Tat, dass die Entwickelung des Embryos stets auf Kosten des Vorrats von Energie geschieht, welchen ihm der mütterliche Organismus verleiht. Der letztere legt in der Eizelle einen Vorrat von Nahrung ab, welcher dem Embryo einen gewissen Zeitraum durch zu leben gestattet, ohne irgend welche Tätigkeit zum Nahrungserwerb und zur Lebensförderung zu entwickeln. Bei allen, einigermassen komplizierten Tieren sind die Embryone in den frühen Stadien von der Aussenwelt isoliert und existieren ausschliesslich auf Kosten dieser mütterlichen Vorräte. Je mehr Merkmale ein erwachsener Organismus hat, je stärker also die Spannung seiner Kraft ist, desto grösser muss auch der Vorrat von ergänzendem Material sein, denn er muss einer längeren Dauer des individuellen Entwickelungszyklus des Organismus entsprechen, welcher aus dem Stadium der minimalen Kraftspannung bis zu demjenigen der maximalen gelangen muss. Die Existenz eines Organismus in den frühen Entwickelungsstadien als eines einzelligen Wesens, ferner in der Form z. B. einer Gastrula und endlich in dem Stadium eines erwachsenen komplizierten Organismus mit zahlreichen Merkmalen, wird also als ein Resultat seiner Existenz im ersten Falle unter künstlich verbesserten Verhältnissen, in dem zweiten bei minder günstigen Verhältnissen (Erschöpfung der Vorräte von mütterlicher Kraft) und endlich—in dem dritten bei voller Spannung seiner Kraft, da seine Lebensverhältnisse mit denen des mütterlichen Individuums identisch sind.

Infolge der verschiedenen Bedingungen, in welchen der Organismus in den verschiedenen Perioden seines individuellen Entwickelungskreises sich befindet, ebenso wie infolge der künstlichen Verbesserung dieser Bedingungen in den frühen Stadien seitens des mütterlichen Individuums und infolge des allmäligen Verbrauchs dieser zeitweiligen Verbesserung im Laufe seiner individuellen Entwickelung, entsteht ein stufenweises Anwachsen der Tätigkeitsspannung des Organismus und die Bildung von immer neuen und neuen Merkmalen, welche uns das einzige wahrnehmbare Mass dieser Tätigkeit geben. Der Parallelismus der quantitativen Modifikationen in den Verhältnissen der Tätigkeit des Organismus in der Ontogenese und in der Phylogenese führt zu einer Wiederholung in diesen beiden Fällen der Allmäligkeit des quantitativen Anwachsens von Merkmalen, welcher in der Entwickelungsgeschichte der Species stattfand und bildet also die Grundlage des biogenetischen Gesetzes in seiner Grundform.

Um die morphologischen Merkmale richtig zu beurteilen, müssen wir aber nicht nur deren Anzahl, sondern auch ihre qualitativen Eigentümlichkeiten kennen, und das biogenetische Gesetz tritt in seiner ersten, in der morphologischen Praxis gebräuchlichen Gestalt gewöhnlich als Gesetz der Wiederholung in der Ontogenese der qualitativen Veränderungen der Merkmale, welche in der Phylogenese stattfanden. Dieser Umstand erscheint eigentlich als eine Ergänzung des Grundgesetzes und gehört zu der Frage über die Mechanik der Transmission von qualitativen Reaktionen des Organismus, welche in der Phylogenese, als mit gewissen quantitativen Reizen korrelierte Reflexe (Diagramme von Semon) stattfanden, in die Ontogenese, wo eine der korrelierten Reaktionen (gegebenenfalls die qualitative) unter der Einwirkung der Wiederholung des mit ihr verknüpften Reizes (einer quantitativen Modifikation der Kraftspannung des Organismus) sich offenbart. Diese Frage ist mit komplizierten Untersuchungen über den Einfluss der Aussenwelt auf den Organismus in den verschiedenen Phasen seiner Entwickelung verbunden und konnte in die vorliegende Arbeit nicht mit einbegriffen werden, ich gehe hier auf diesen Punkt meiner Theorie nicht näher ein und berufe mich hierin auf meine oben erwähnte Arbeit.

Meines Erachtens muss das experimentelle Studium des biogenetischen Gesetzes auf der Theorie des Zusammenhangs zwischen der Anzahl von Merkmalen eines gegebenen Organismus mit dessen Kraftspannung begründet werden. Je geringer die Spannung seiner Tätigkeit ist.

desto weniger Merkmale besitzt der Organismus und umgekehrt,—je grösser seine Kraftspannung, desto mehr Merkmale wird er besitzen. Nach diesen Ausführungen war die Anordnung der Experimente von selbst angezeigt. Wenn dem einzelligen Stadium eines gewissen Organismus die Kraftspannung desselben entspricht, und wenn er künstlich in solche Verhältnisse versetzt wird, bei denen die Quantität dieser Kraft für die Spannung seiner Tätigkeit genügt, so wird die Entwickelung dieses Organismus auf der Stufe des einzelligen Stadiums angehalten werden. Das nämliche bezieht sich auch auf alle übrigen Studien der morphologischen Struktur.

Da der Organismus in diesen Verhältnissen stationar verbleibt, so muss das schematische embryonale morphologische Bild sich in dasjenige des Erwachsenen im entsprechenden Momente verwandeln; wenn z. B. ein Embryo im Stadium der Gastrula durch Versetzung in solche Verhältnisse, bei denen die Spannung seiner Tätigkeit der Quantität der Merkmale dieser Phase entspricht, angehalten wird, so muss er sich zu der konkreten Gastrula einer erwachsenen, selbständigen, der Vermehrung fähigen Form von ähnlicher Struktur entwickeln. Eine solche wir zwar keine genau palingenetische Form vorstellen, weil ihre Entwickelung bei qualitativ veränderten Verhältnissen geschieht; doch wird sie uns zu der Behauptung berechtigen, dass das untersuchte Tier in gegebener Form einst gelebt und sich vermehrt hat.

Zum Schlusse muss noch mit einigen Worten der zweite Faktor des biogenetischen Gesetzes erwähnt werden, nämlich der Einfluss der qualitativen Eigentümlichkeiten der Aussenwelt auf die Entwickelung der Organe in der Ontogenese. Ich gehe jetzt nicht auf die Transmission der Reaktionen auf die ehemals empfangenen Reize an die Nachkommenschaft ein und werde nur die direkte Einwirkung der qualitativen Eigentümlichkeiten der Aussenwelt auf den in der Entwickelung begriffenen Organismus betrachten. Jeder Organismus befindet sich, in der Tat, unter dem Einflusse der Aussenwelt; sie wirkt auf die Struktur der Organe des Embryos ein, an denen sich immerfort neue und neue Merkmale heranbilden, und muss diese Heranbildung in einer gewissen Richtung veranlassen. Die Einwirkung der Aussenwelt ist desto mächtiger, je weniger Kennzeichen der Embryo in dem Momente ihres Auftretens besitzt, je freier sie sich also entfalten kann. Bei normalen Verhältnissen paralysieren die Organismen diesen Einfluss entweder indem sie eine künstliche, zuweilen sehr vollständige Isolierung schaffen, oder indem die Entwickelung in dem Elemente verläuft, in welchem in der Phylogenese die Entwickelung der Organe des gegebenen Organismus stattfand (z. B. die Frösche); oder, endlich, dadurch, dass die gefährlichen Entwickelungsstadien in einem rascheren Tempo verlaufen, wie wir es bei den Fröschen bei verändertem Charakter des Laichens sehen.

Dieser Faktor hat in der Entwickelungsgeschichte eine ausserordentlich wichtige Bedeutung, und es muss auf denselben bei der Betrachtung der die Ontogenese betreffenden Fragen stets die grösste Rücksicht genommen werden. In Weiterem werden wir sehen, dass dieser Faktor mit unerwarteter Macht auftreten und alle Erscheinungen der Ontogenese vollends veranstalten kann.

---

## KAPITEL II.

## Anordnung der Experimente.

Die gehemmte Entwickelung, bei welcher der Organismus aus dem embryonalen Stadium sich zu einer «ausgewachsenen Form» heranbildet, verlangt, wie oben ausgeführt, für den gegebenen Organismus besonders günstige Lebensverhältnisse, wobei die Spannung seiner Tätigkeit auf einer gewissen minimalen Stufe angehalten werden muss. Diese Hauptforderung unseres Experiments steht in vollkommenem Widerspruche mit den Untersuchungen, bei denen

Faktoren gebraucht wurden, welche den Embryo dem Untergange nahe brachten; bei der Anwendung von Kälte, oder übermässiger Hitze trat keineswegs eine schwächere Lebenstätigkeit, sondern eine vollkommene Stockung derselben auf, und die Entwickelung des Embryos erstarb entweder gänzlich, oder geschah normal, aber in weit langsamerem Tempo. In solchen Fällen wurden qualitativ unmögliche Lebensverhältnisse geschaffen, als sollten eben die Schranken festgestellt werden, in denen ein Embryo überhaupt noch lebensfähig verbleiben kann [1]).

Obenerwähnte Methoden können bei unseren Experimenten nicht in Anwendung kommen, da wir solche Bedingungen schaffen müssen, bei denen der Organismus infolge günstigerer Lebensverhältnisse in morphologischer Form mit einer minderen Anzahl von Merkmalen leben könnte.

Wie sind aber solche Verhältnisse zu schaffen? Welche Methode muss angewendet werden, um den Organismus in die Lebensverhältnisse zurück zuführen, in denen er sich einst befand? Es ist schwieriger diese Frage zu beantworten, als das Grundprinzip selbst festzustellen, und ich sah diese Aufgabe längere Zeit als unmöglich an. Ein glücklicher Einfall half mir aus dieser Verlegenheit.

Wir wissen, dass die Entwickelung der Embryone bei verschiedenen Tiergruppen auf Kosten der verschiedenen Quantität von Energie geschieht, welche von dem mütterlichen Individuum in der Eizelle abgelagert wird, oder, was gleichbedeutend ist, auf Kosten verschiedener Grade von künstlicher Verbesserung der Lebensverhältnisse.

Der Embryo des Frosches z. B. entwickelt sich aus einem Laichball, welcher einen unbedeutenden Vorrat von Eidotter hat und deshalb einer nahezu gleichmässigen holoblastischen Zerteilung fähig ist. Der Embryo der Reptilien entwickelt sich aus einem Ei, mit grossem Dottervorrat, welches eine meroblastische Teilung aufweist. Der Embryo der Vögel, mit noch grösserem Dottervorrat muss überdies noch erwärmt werden. Der Embryo der Säugetiere, endlich, kann sich nur bei fortwährender Zuströmung der Nahrung aus dem mütterlichen Organismus entwickeln. Der letztere Typus erscheint zweifellos als spätere Modifikation einer den Vögeln nahen Form, was aus der Ablagerung des Dotters und aus der Erwärmung des Eies ersichtlich ist; folglich tritt dieser Typus als höchste Stufe der Krafttransmission seitens des mütterlichen Organismus an den Embryon auf.

Dieser Folgerung schien der Umstand zu widersprechen, dass bei einigen Reptilien und sogar bei Amphibien und Fischen Fälle vorkommen, wo der Embryo innerhalb des mütterlichen Organismus sich entwickelt und sogar Anzeichen von Blutwechsel zwischen diesen beiden vorhanden zu sein scheinen. Dieser vermeintliche Widerspruch fällt jedoch sofort weg, wenn der Umstand ins Gedächtniss zurückgerufen wird, dass solche Fälle von keinem Schwinden des Dotters in der Eizelle begleitet werden, und dass der Blutwechsel einzig als Mittel dem Embryo Sauerstoff zuzuführen, auftritt. Es ist auch für derartige Fälle der wichtige Umstand zu berücksichtigen, dass die Verhältnisse, in denen solche Tiere leben, der Entwickelung des Embryos ausserhalb des Mutterorganismus unüberwindliche Hindernisse in den Weg legen, wie z. B. den Mangel an passenden Wasserbecken.

Wir sehen also, dass die Natur viele Mittel besitzt die nötigen günstigen Verhältnisse künstlich zu schaffen, diese Verhältnisse entsprechen einer Gradation von Schwankungen der Energie, welche der Organismus braucht, um in den elementaren morphologischen Formen (wenn auch nur in der kurzen Dauer der Ontogenese) leben zu können. Ich beschloss diese selben Mittel anzuwenden.

Wir wissen, dass der Embryo der Säugetiere nicht nur in den speziell dazu bestimmten

---

[1]) Da der Embryo in der Ontogenese den Verhältnissen seiner maximalen Kraftspannung sich allmälig anpasst, so muss das plötzliche Auftreten solcher Faktoren, welche seine Lebenstätigkeit sprungweise fördern, stets sehr nachteilig wirken und kann zu keinem befriedigenden Resultate führen. Diese Faktoren müssen nach und nach parallel mit dem Anwachsen des Embryo in Wirkung gebracht werden, und in diesem Falle kann der Organismus bei der höchsten Kraftspannung, am Ende der Entwickelung sich komplizieren, wenn er dessen fähig ist.

Organen sich entwickeln kann, sondern auch in der Leibeshöhle, wo er mit den nächsten Blutgefässen in Verbindung tritt. Wenn auch ein Nachteil dabei entsteht, so betrifft er nur den Mutterorganismus und keineswegs den Embryo selbst. Es kann demzufolge anerkannt werden, dass in der Leibeshöhle keine Faktoren vorhanden sind, welche auf den Embryo zerstörend einwirken könnten und dass in derselben für die parasitären Beziehungen des Embryos zu dem Individuum, in welches er übertragen wird, dieselben Bedingungen zur Beförderung seiner Ausbildung bestehen, wie auch in den speziell dazu bestimmten Organen. Dieser Umstand begünstigt die Anwendung der inneren Kultur der Embryone bei allen Wirbeltieren.

Andererseits wissen wir, dass die Entwickelung der Embryone, welche normal ausserhalb des mütterlichen Organismus sich ausbilden, auch innerhalb desselben geschehen kann, wenn nur Sauerstoff zugeführt wird. Folglich sind auch von dieser Seite keine direkten Daten vorhanden, welche als ein Hinderniss für die Existenz eines Embryos innerhalb des Körpers eines Erwachsenen hätten angesehen werden können. Wenn die Ausbildung des mit aufgespeichertem Dotter versehenen Embryos innerhalb des Mutterorganismus stattfindet, bleibt zwar dieser Embryo durch Hüllen isoliert; um dasselbe bildet sich ein Netz von Gefässen, welche ihn mit einem an Sauerstoff reichen Blute umspülen, doch findet kein direkter Blutwechsel statt. Der Embryo bleibt also von dem Mutterorganismus isoliert und seine Entwickelung findet in denselben quantitativen Verhältnissen statt, wie auch ausserhalb desselben, weshalb auch das Tempo der Entwickelung gleich bleibt.

Mich auf dargelegte Betrachtungen stützend, unternahm ich den Versuch eine parasitäre Kultur solcher Embryone zu organisieren, welche zu einer selbständigen Ausbildung ausserhalb des Mutterleibes befähigt sind. Zum Beginn nahm ich Individuen derselben Species.

Wenn ein Embryo, welcher in normalem Zustande auf Kosten des von dem Mutterorganismus abgelagerten Dotters sich entwickelt, nun auf einem erwachsenen Individuum derselben Art parasitiert, so bekommt er ein Uebermass von Energie; wenn unsere Voraussetzungen richtig sind, muss seine Entwickelung dadurch gehemmt werden und seine Ausbildung in den Formen geschehen, welche den Grad seiner Kraftspannung charakterisieren, welcher seiner Existenz in den künstlich herbeigeführten verbesserten parasitären Verhältnissen entspricht. Wenn wir bei der Kultur eines solchen Embryos Verhältnisse herbeiführten, bei denen er von dem Mutterorganismus nicht allein Sauerstoff (wie wir es in den gewöhnlichen Fällen der Ausbildung solcher Embryone innerhalb Erwachsener gesehen haben), sondern auch Nahrung aus der Lymphe bekommen könnte, so würden wir den Embryo in den Zustand der maximalen Kraftzuströmung versetzen, welchen die Säugetiere schaffen, mit dem Zusatze des Kraftvorrats, welchen ihm der aufgespeicherte Dotter bietet.

In diesem Falle würde der Embryo sich gerade in den quantitativ verbesserten Bedingungen befinden, welche unsere Voraussetzung fordert, und wir müssten eine direkte Antwort auf die gestellte Frage bekommen.

Sind unsere Erwägungen richtig, so muss der Embryo sich zu einer niederen morphologischen, den neuen Verhältnissen seiner Existenz entsprechenden Form ausbilden; sind sie aber irrtümlich, so wird sich der Parasitismus in gerade entgegengesetzer Richtung, in rascherer Entwickelung des Embryos manifestieren, da letzterer eine grössere Zuströmung von Nahrungsstoff bekommt und sich in besonders günstigen Bedingungen befindet. Diese Entwickelung hätte natürlich den Untergang des Embryos ebenso wie den der Mutter zu Folge. Unter keinen Umständen würden wir in letzterem Falle Anzeichen finden, welche auf die Bildung einer erwachsenen, sich vermehrenden, oder vermehrungsfähigen, embryonalen Form schliessen lassen könnten.

Durch solche Erwägungen angetrieben, suchte ich im laufenden Jahre parasitäre Kulturen der Laichballe von Pelobates fuscus zu bekommen. Zu diesem Zwecke veranstaltete ich eine ganze Reihe von Einpflanzungen dieser Laichbälle in die Gewebe und die Leibeshöhle erwachsener Pelobates.

Der Laichball wurde vor dem Einpflanzen sorgfältig von den Hüllen befreit, in physiologischer Kochsalzlösung abgespült und mit dem Skalpel, oder einer Pipette in das erwachsene Individuum eingeführt. Bei dem Einpflanzen in die Leibeshöhle machte ich einen kurzen Längseinschnitt in der Mitte der weissen Linie, durch die Muskelwandung der Leibeshöhle und das Bauchfell. Darauf brachte ich den Laichball mit dem Skalpelende, oder, was viel bequemer ist, mit einer dicken Pipette in die Leibeshöhle und setzte den Frosch in ein Bassin mit reinem Wasser; die Wunde heilten von selbst, ohne zugenäht, oder zugeklebt zu werden. Um den Laichball in die Gewebe einzupflanzen, streifte ich die Haut auf, machte einen Einschnitt in das Gewebe, welches ich zum Experiment brauchte, und entfernte gewöhnlich einen Teil desselben, wodurch ein Grübchen entstand; dieses geschah, um den störenden Druck der umringenden Gewebe wenigstens eine Zeit lang zu verhindern. Darauf setzte ich den Laichball in den Schnitt ein und legte die Haut wieder an ihren Platz. Der Frosch kam darauf auch ins Wasser.

Alle direkt in die Gewebe eingepflanzten Laichbälle kamen sehr bald um. Infolge einer intensiven Fagozitose wurden sie von dem Organismus in den nächsten paar Wochen aufgesaugt, weshalb ich auf dieselben auch gar nicht mehr zurückkommen werde. Diejenigen Laichbälle aber, welche in die Leibeshöhle gekommen waren, erwiesen sich vollkommen lebensfähig und gestatteten interessante Beobachtungen über den Parasitismus zu machen. Da ich das Bild der Entwickelung des Laichballs studieren wollte und bei den ersten Experimenten noch nicht wissen konnte, in welchen Stadien der embryonalen Entwickelung die erwartete Hemmung stattfinden würde, so musste ich die Autopsie der Frösche bis zum äussersten Moment aufschieben und autopsierte nur diejenigen, welche sich schon merklich dem Tode näherten. Meine Nachforschungen umfassen also die Modifikationen der Laichballe in dem Zeitraume von $1^1/_2$ Wochen nach der Einpflanzung und bis auf $4^1/_2$ Monate nach derselben, als der letzte Frosch umkam. Diejenigen Frösche, welche Laichbälle in den Geweben hatten, wurden infolge offenbar pathologischer Erscheinungen bald nach der Operation autopsiert und neigten, wie schon gesagt, nur das Bild einer Fagozitose; diese hatte mit den Erscheinungen, welche die Laichbälle in der Leibeshöhle aufwiesen, nichts gemeinsames.

Demzufolge konnten die cytologischen Erscheinungen, welche in den Laichbällen durch den Parasitismus in frühen Stadien veranlasst wurden, nicht untersucht werden.

Im Ganzen sind ungefähr 50 Laichbälle in die Leibeshöhle eingepflanzt worden, von denen ein Teil umkam, oder beri der Autopsie nicht aufgefunden worden ist. Es ist mir nu gelungen 18 Laichbälle wiedezufinden, welche das Objekt meines Studiums bildeten. Das Aufsuchen derselben war sehr schwierig, da viele Laichbälle durch den Verbrauch des Dotters stark an Umfang abgenommen hatten und in den Falten er Odrgane schwer zu unterscheiden waren.

---

## KAPITEL III.

## Aeussere Ansicht der Laichbälle.

Da die Frösche in einem Zeitraume von nahezu vier Monaten autopsiert worden sind, so bekam ich eine Serie von Laichbällen von verschiedenem Pflanzungsalter, was die Einwirkung des Parasitismus auf das Aeussere derselben zu studieren gestattete.

Alle von mir aufgefundenen Laichbälle waren an die einen, oder anderen Organe fest angewachsen und hatten, unabhängig von ihrem Einpflanzungsalter das Aussehen intensiv pigmentierter, kugelförmiger Körner verschiedener Grösse. Einige waren so gross wie ein Stecknadelkopf mit einem Durchmesser von 0,5—0,6 mm.; andere, dagegen, hatten einen verhältnissmässig grossen Durchmesser zvon 3—4 mm. Diese Schwankungen entsprachen keineswegs den

nach dem Einpflanzen verstrichenen Zeitraume, und in dem zuletzt autopsierten Frosche fand ich zwei Laichkörner, von denen das erste in der Wandung der Harnblase lag und 0,9 mm. dick war; das zweite, 4 mm. grosse, lag an der Leber.

Dasselbe bezieht sich auch auf den Zusammenhang zwischen der Grösse der Laichkörner und ihrem Anwachsen an verschiedene Organe des Tieres. Ich fand Laichbälle, welche an die Leber, die Lungen, verschiedene Abschnitte des Gedärms, das Bauchfell, das Mesenterium, die Geschlechtsdrüsen, die Harnblase angewachsen waren und in allen diesen Fällen war die Grösse verschieden, ohne dass ihre Schwankungen durch irgend eine Regel, nach irgend welcher Richtung festzustellen wären.

Dem Aeusseren nach waren die Laichbälle lebensfähig, durch keinerlei zerfressenden Process deformiert und sahen alle wie kleine, stark pigmentierte, glänzend schwarze Kügelchen aus. Meistens hatten sie gar keine Abteilungen, wie es die Fig. 2 und 3 zeigen. In diesen Fällen ähneln sie dem gewöhnlichen Laichball, wie er in frühen Teilungsstadien beobachtet wird, wenn die äussere Form noch unverändert bleibt. Sie unterscheiden sich von den letzteren nur durch eine stärkere Pigmentierung, häufig auch durch einen kleineren Umfang, zuweilen aber durch einen grösseren.

Die regelmässige Kugelform wurde häufig durch den Druck der anliegenden Organe beeinträchtigt; sehr deutlich ist der Druck derselben an den Laichbällen zu erkennen, welche an das Ovarium angewachsen waren. Wie es die Fig. 2 veranschaulicht, wird der an die Seite des Ovariums angewachsene Laichball von allen Seiten von einer Reihe Follikeln mit unreifen Eiern umringt; diese wachsen im Reifen immer mehr und mehr an, und der Laichball wird also von Organen umringt, welche an Umfang nach und nach zunehmen und auf denselben drücken. Dieser Druck lässt sich leicht erkennen, da die angedrückten Stellen einsinken und der Laichball eine unregelmässige Form bekommt.

Das Anwachsen des Balls an verschiedene Organe tritt als zweiter deformierender Faktor auf. Die Seite desselben, welche diesen Organen zugekehrt ist, erscheint abgeplattet; wenn der Ball fest angewachsen ist und mit dem entsprechenden Organe ein Ganzes bildet, so nimmt er vollständig die Form des letzteren an. In solchen Fällen macht er den Eindruck eines stark pigmentierten Geschwulstes an dem Organe, wie es die Fig. 3 und besonders 3a zeigen. In einigen Fällen teilen sich die Laichbälle von der Aussenseite in Segmente. Besonders interessant sind die Fälle, wo der Ball an der Aussenseite sich in zwei Blastomere zerteilt, was ich gleich nach der äusseren Form vermutet hatte. Solche Blastomere sehen wir auf den Fig. 4 und 8. Derartige Laichbälle wurden häufig und in den verschiedensten Organen angetroffen; gewöhnlich sind sie klein von ungefähr $^1/_2$ mm. im Durchmesser und glänzend schwarz.

Ausserordentlich interessant sind auch die Fälle, wo der Laichball eine ganze Reihe von sekundären Bildungen erzeugt, wie es die Fig. 5 darstellt. Dieser Ball ist einer der grössten von mir gesehenen und nach einem $4^1/_2$ monatlichen Aufenthalt innerhalb des Frosches ausgeschnitten worden. Er war mit der Leber zusammengewachsen und hatte an derselben einen eigentümlichen Anwuchs gebildet. Von dem pigmentierten Körper des Laichballs erstreckte sich nach der einen Seite ein breiter, in der Leibeshöhle frei hängender, beutelartiger Auswuchs mit einzeln zerstreuten, abgegrenzten Pigmentflecken; nach der anderen Seite dehnte sich, von dem Laichball aus, ein unpigmentierter Strang längs der Leber, auf deren Oberfläche er sich weit erstreckte. Die Laichbälle waren, wie schon gesagt, sehr stark pigmentiert, weit mehr als es gewöhnlich der Laichball, oder die Kaulquappen in frühen Stadien zu sein plegen. Doch waren auch einige Ausnahmen zu sehen—Laichbälle, welche gar nicht, oder nur teilweise pigmentiert waren. Einen derartigen Fall zeigt die Fig. 1, wo der Ball ein unpigmentiertes Segment hat, welches eine ganz helle Abteilung desselben bildet. Aehnliche, doch nicht so scharf ausgedrückte Erscheinungen sehen wir auch zuweilen in Form von Flecken an den Laichbällen, welche in diesem Falle als graue Kügelchen mit stellweise zerstreuten, unregelmässigen, tief schwarzen Flecken erscheinen (Fig. 5).

Die äusseren Reaktionen des erwachsenen Organismus auf das Einpflanzen der Laichbälle in dasselbe waren ziemlich schwach. Das Einzige, was oft genung beobachtet werden konnte, war die Entwickelung einer mehr oder weniger starken Schichte von farblosem Zwischengewebe, welches den Bail von allen Seiten umgab, wie es z. B. die Fig. 6 zeigt. Fernere Reaktionen waren bei dem ersten Hinblick nicht zu merken.

Nach der äusseren Ansicht konnte also konstatiert werden, dass die parasitären Laichbälle in dem Zustande der morphologischen Differenzierung verbleiben, in welchem sie sich bei dem Einpflanzen befinden, und dass die Kugelform den neuen, durch den Parasitismus geschaffenen Verhältnissen entspricht.

---

## KAPITEL IV.

## Allgemeine Ansicht der Schnitte durch die Laichbälle.

Die Laichbälle sind in Sublimat mit 3% Essigsäure konserviert und, so bald es tunlich war, in 5 μ-dicke Serien zerschnitten worden. Die Schnitte wurden nach Blochmann gefärbt, da die Elektivität dieser Färbung eine sehr genane Unterscheidung der verschiedenen Gewebe gestattet. Bei der Anwendung dieser Methode bekommt das Zwischengewebe eine dunkelblaue, das Muskelgewebe eine blau-grüne und das Nervengewebe—eine gelb-grüne Farbe. Die roten Blutkugeln werden grellgelb, und die Kerne, welche zuvor mit Borax-Karmin behandelt wurden, behalten ihre frühere rote Färbung.

Diese Mannigfaltigkeit der Farben war in dem vorliegenden Falle besonders wichtig, da hier schwach spezialisierte histologische Strukturen zu erwarten waren, welche nicht direkt nach ihrer äusseren Form festgestellt hätten werden können. Die Elektivität der Färbung, welche den chemischen Unterschied der Gewebe erkennen lässt, gewährte in vorliegendem Falle eine unschätzbare Beihülfe.

### Die Laichbälle sind mehrzellige Organismen.

Bei der ersten, flüchtigen Untersuchung konnten die Laichbälle als mehrzellige Organismen mit ganz eigenartigen, meistens offenbar embryonalen Geweben erkannt werden.

### Frühe Stadien der Laichbälle.

In den frühen Stadien sind die Laichbälle zeimlich einförmig. Sie waren, wie es die Fig. 13 veranschaulicht, aus feinzelligem Pigmentgewebe gebaut. Eine Kugel von solchem Gewebe hatte, so viel nach der dunkelblauen Färbung Blochmann's zu schliessen war, eine Hülle aus Zwischengewebe. Die von dieser Zwischengewebehülle umgebenen Laichbälle erschienen also als Kugeln von schaumartig angehäuften Pigmentzellen.

Auf diese elementare Struktur folgte eine Art von Einwachsen der Zwischengewebehülle in die Masse der Pigmentzellen. Die Schnitte zeigen in diesen Stadien dunkelblaue Faserbündel, welche den Laichball in eine Anzahl von Zellen verschidener Grösse teilen (Fig 3).

Gewöhnlich konnte gleichzeitig in dem Cewebe des Laichballs das erste Erscheinen von Kapillargefässen beobachtet werden, deren grellgelbe Blutkugeln auf dem dunkeln Grunde des Laichballs scharf vortraten.

In diesen Stadien war der Laichball gewöhnlich schon an die Gewebe des erwachsenen Individuums fest angewachsen.

### x-Zellenkapseln.

Schon gleich in den frühesten Stadien wurden in dem Gewebe der Laichbälle höchst eigenartig gebildete Kapseln vorgefunden, welche sich in der Zwischengewebehülle, sowohl als auch in dem Pigmentgewebe selbst befanden. Sie hatten verschiedene Grössen, waren von einer Reihe kleiner, zwischengewebeartiger Zellen umhüllt und von höchst eigenartig geformten Zellen angefüllt, auf welche wir noch zurückkommen werden. Diesen Zellen gebe ich den Namen *x-Zellen*, da sie ganz rätselhaft erscheinen; sie schwimmen in den Kapseln ganz frei in einer sich nicht färbenden Flüssigkeit, welche die letzteren anzufüllen scheint. Nach Blochmann gefärbt, bekommen sie eine sehr grelle grüne Farbe.

Derartige Kapseln werden nahezu an allen Schnitten wahrgenommen, und ich fand nur einen Laichball ohne dieselben. Ihre Beziehungen zu der Masse der Laichbälle können sehr genau auf den beigelegten Abbildungen der verschiedenen Serien verfolgt werden.

### Fernere Modifikationen der Laichbälle.

Bei den ferneren Modifikation en werden die Laichbälle nach und nach komplizierter und bilden sich in einigen Fällen zu ganzen Kolonien aus, welche manche, höchst eigenartige Anpassungen erzeugen.

Die Modifikationen des Laichballs geschehen nach zwei Richtungen: die eine besteht in der Mimikry des Gewebes des Wirten; die andere in der Ausbildung eigentümlicher embryonaler Gewebe seitens des Laichballs, welcher in raschem Tempo die von x-Zellen angefüllten Kapseln erzeugt. Sehr häufig sind beide Richtungen kombiniert, und der Laichball erscheint in diesem Falle als ein höchst komplizierter Organismus. Zuweilen wird aber die eine dieser Richtungen von der anderen zurückgedrängt, und der Laichball tritt als reine Form einer von beiden auf.

### Mimikry der anliegenden Gewebe.

In den Fällen der Mimikry wird gewöhnlich eine innigere Verbindung zwischen dem Laichball und dem Wirten beobachtet. Auf einer mehr oder minder bedeutenden Strecke tritt der Laichball, wie es die Fig. 8 und 10 zeigen, mit dem Gewebe, welches er mimikriert, in direkte Berührung ein, und die gewöhnlich deutliche Grenze zwischen den Geweben des Parasiten und des Wirten wird weniger scharf und bestimmt.

Bei dem ersten flüchtigen Hinblick scheint es, als wäre das Gewebe des Wirten in den Ball hineingewachsen und hätte ihn angefüllt. Nur das Studium der Reihenfolge, in welcher solche Bildungen sich entwickeln, lässt erkennen, dass in Wirklichkeit in diesem Falle eine Nachahmung der Geweben des Wirten seitens der des angesiedelten Balls stattfindet. Zuweilen ist die Mimikry in allen ihren Einzelheiten so vollkommen, dass nur unbedeutende Eigenheiten die beiden Gewebe unterscheiden lassen.

Ich fand zweierlei Mimikry; die eine als Nachahmung des Zwischengewebes, die andere als Mimikry des Lebergewebes. Die erstere konnte ich ziemlich ausführlich in einer Serie von Stadien verfolgen, die zweite, seltenere, habe ich nur an einzelnen Exemplaren gesehen.

Bei der Mimikry des Zwischengewebes hat der Laichball am Ende dieses Vorgangs, auf den Schnitten das Aussehen eines Knäuels von Zwischengewebe und ist zuweilen von Lymphkörpern stark infiltriert. Gewöhnlich wird ein solcher Zwischengewebeknäuel von einer Unzahl Kapillargefässe durchsetzt (Fig. 10), wodurch er das eigenartige Aussehen eines von Würmern durchfressenen Holzstückes bekommt.

Der Unterschied zwischen dem Gewebe des Wirten und dem Zwischengewebe des Laichballs kann sogar bei einer so schwachen Vergrösserung, als die der Fig. 10, an der blassen Färbung, welche den Ball scharf kennzeichnet, erkannt werden.

In den mimikrierenden Laichbällen werden stets stellenweise Reste der primitiven Pigmentzellen vorgefunden, welche als einzelne, unregelmässig zerstreute Gruppen in dem Grundgewebe des Balls liegen.

Zuweilen kann das mimikrierende Gewebe den ganzen Laichball ausfüllen (Fig. 10); zuweilen nimmt es aber nur einen Teil desselben ein, wie es Fig. 12 für einen an die Harnblase angewachsenen Laichball darstellt. An demselben ist der eine Pol (entspricht dem auf Fig. 1 dargestellten unpigmentierten Pole desselben von aussen abgebildeten Laichballs) von den x-Zellen eingenommen; der andere steht im Begriffe das Zwischengewebe zu mimikrieren, wie es der Schnitt auf Fig. 12 zeigt.

Alle mimikrierenden Laichbälle werden überhaupt von x-Zellenkapseln begleitet, welche den steten Bestandteil nahezu aller parasitären Bälle bilden.

In manchen Fällen, z. B. bei einem im Momente der Autopsie schon dem Untergange nahen Laichball (Fig. 11), waren diese Kapseln in grosser Menge vorhanden, obgleich das Grundgewebe des Balls das Gewebe des Wirten mimikrierte. Auf genannter Abbildung sehen wir eine Menge solcher Kapseln, welche in dem Zwischengewebe eingebettet liegen und zum Teil zerfallene, zum Teil noch lebensfähige x-Zellen enthalten. Eine ausserordentlich grosse Anzahl von x-Zellenkapseln sehen wir in dem komplizierten Laichball, welcher aus der Leber ausgeschnitten wurde und auf den Fig. 8 und 9 dargestellt ist. Das Grundgewebe dieses Laichballs mimikriert das Gewebe der Leber, mit welcher es stellenweise fest verwachsen ist; er hat auch einen eigenartigen Anhang, welcher im Schnitte auf Fig. 8 gegeben ist. In dem Gewebe dises Anhangs sehen wir, ebenso wie in dem Grundgewebe des Balls eine grosse Menge Kapseln mit vollkommen lebensfähigen. in verschiedenen Stadien der Entwickelung sich befindenden x-Zellen. Dieselben Kapseln werden noch stellenweise durch grosse Anhäufungen von Pigmentzellen ergänzt.

### Laichball-Kolonien.

Nicht minder interessant sind die Laichbälle, welche spezielle Kolonien in der Leibeshöhle bilden, in denen zuweilen ein gewisses Differenzieren der einzelnen Bestandteile, je nach ihrer Bedeutung für die Kolonie, stattfindet; sie treten stets als scharf abgesonderte, in der Leibeshöhle parasitierende Individueu auf. Die interessanteste dieser Kolonien wurde auf dem Gedärme eines Pelobates gefunden, welcher $3^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen autopsiert wurde. Dieser Laichball war an die Wandung des Darms sehr schwach angewachsen und hielt nur an dünnen Bündeln von Zwischengewebe. Dicht an demselben liefen zwei ziemlich grosse Blutgefässe, aber Kapillare waren im dem Gewebe des Balls nicht zu merken. Dieser Umstand ist desto auffallender, als, wie weiter ausgeführt wird, die roten Blutkugeln im Leben dieses Balls eine bedeutende Rolle spielten, und als Hauptnahrung desselden auftraten. Der Körper des Laichballs war mit allen seinen Anhängen in ein lockeres, netzartiges Zwischengewebe eingebettet, wie es die Fig. 16, 17 und 18 zeigen, welche drei Schnitte durch diese Kolonie darstellen.

Die Hauptmasse des Laichballs bestand aus zwei konzentrischen nebeneinander liegenden Kammern (Fig. 17 und 18), welche von roten Blutkugeln in verschiedenen Stadien des Zerfalls dicht angefüllt waren. Zwischen den roten Blutkugeln waren Pigmentzellen zerstreut, welche stellenweise dunkler pigmentierte Anhäufungen bildeten. Beide Kammern waren von einem eigentümlichen halbmesenhymatösen embryonalen Gewebe aus grossen schwach pigmentierten Zellen umrahmt (Fig. 40), welches stellenweise verdickt erschien (Fig. 34). In den äusseren Schichten der Wandungen dieser Kammern befanden sich stellenweise Schichten von stark pigmentierten Zellen, welche in den Wandungen der äusseren Kammer eine Art mesenhymatösen Ektoderms bildeten (Fig. 21). In den Wandungen der inneren Kammer waren diese Zellen in einem Punkte als gewaltiger Segment von Pigmentzellen konzentriert, welche noch zum Teil den Charakter der primitiven zellulösen Struktur beibehalten hatten. Gleichzeitig konnte aber festgestellt werden, dass neben der primitiven Struktur mit Lumen zwischen den Zellen, auch ein sekundäres zellulöses Gewebe vorhanden war, wo die Lumen infolge von Vökuolen innerhalb der Pigmentzellen entstanden waren (Fig. 28). Zwischen den Wandungen der beiden

konzentrischen Kammern war an der dem Darme zugekehrten Seite ein Isthmus zu sehen, welcher aus demselben embryonalen Gewebe bestand, den Raum der Aussenkammer quer durchschnitt und denselben in zwei Hälften teilte (Fig. 18).

Die Erhaltung dieser Brücke und das Vorhandensein des primitiven Gewebes in den Wandungen der Innenkammer liessen auf die sekundäre Bildung der Aussenkammer schliessen, welche die erste Kammer in der Folge umshlossen hatte. Diese Vermutung wurde noch durch den Umstand gestützt, dass die Blutkugeln in beiden Kammern einen verschiedenen Grad des Zerfalls aufwiesen. In der Aussenkammer waren die meisten Blutkugeln noch frisch und lebend; ein Teil der Kammer war sogar noch frei und nur von Blutlymphe angefüllt, welche in Blochmann grünlich-blau gefärbt erschien. Die Innenkammer war indessen schon von roten Blutkugeln ganz vollgestopft und wies überhaupt die Stadien des äussersten Zerfalls derselben auf. Die Hauptmasse des Laichsballs bestand also aus zwei einander umfassenden Blastulen; die dritte Blastula lag, in Form einer von zerfallenen Blutkugeln angefüllten Kammer, ganz frei in dem Zwischengewebe neben der Hauptmasse des Balls, welche sie nur mit dem einen ihrer Enden berührte (Fig. 16 und 17). Diese Kammer war von früherem Ursprunge, als die Aussenkammer der Hauptmasse, was aus dem Umstande ersehen werden konnte, dass die Blutkugeln, welche sie dicht anfüllten, sich in einem hohen Grade des Zerfalls befanden. In der dichten Masse der Pigmentzellen, welche zwischen der Hauptmasse des Laichballs und dessen dritter Kammer entstanden waren, konnte die beginnende Heranbildung einer vierten Kammer in Form eines mit roten Blutkugeln angefüllten Raums konstatiert werden. Diese komplizierte Kolonie von drei Blastulen wurde durch eine Menge x-Zellenkapseln ergänzt.

In dem Laichbällen, welche isolierte Kolonien bilden, werden häufig Blastulen gefunden, das Innere derselben bleibt zuweilen frei und ist von Lymphen angefüllt, welche auf die Blochmann'sche Färbung verschiedenartig reagiren. In einigen Fallen, wie z. B. Fig. 19 zeigt, scheinen derartige Kammern leer zu bleiben und enthalten nur etwas geronnene Lymphe, welche sich bläulich färbt. Sehr häufig ist das Innere solcher Blastulen von x-Zellenkapseln ganz dicht angefüllt; diese Zellen schwimmen frei in einer sich nicht färbenden Lymphe, welche in den Kapseln enthalten ist, wie es die Fig. 14 und 15 darstellen. Die Schnitte durch diesen Laichball sind noch dadurch interessant, dass sie uns die Bedeutung der Blastomeren erkennen lassen, welche schon bei der Betrachtung des Aeusseren der Laichbälle erwähnt wurden (Fig. 4 und 6). Aus diesen Schnitten lässt sich ersehen, dass beide Blastomeren aus zwei, von x-Zellenkapseln angefüllten Blastulen bestehen; das eine derselben hat nur eine Kammer, das andere, dagegen, besteht aus einer Anzahl von Kammern und lässt die Ausbildung von Tochterblastulen erkennen. Eine jede dieser Kammern wird später zu einer Blastula anwachsen, gleich derjenigen, die wir als primitive bezeichnet haben. Hier sehen wir abermals eine energische vegetative, durch Bildung von x-Zellen begleitete Knospung der Blastulen.

Obenangeführte Daten lassen darauf schliessen, dass die Form der Blastula für diejenigen Laichbälle welche von den Geweben des Wirt n unabhängig bleiben, charackteristisch ist.

## Schluss.

Das Studium der allgemeinen Morphologie der parasitären Laichbälle lässt zwei Schlüsse ziehen. Erstens—dass die Bildung von x-Zellen als ein unausbleiblicher finaler Process in der Geschichte der parasitären Laichbälle auftritt; und zweitens—dass die Blastula als typische Form derselben erscheint. Wir sehen also, dass die allgemeine morphologische Untersuchung eine positive Antwort auf die gestellte Frage gibt, dass die Entwickelung der Laichbälle wirklich in den Stadien mit geringer Zahl von Merkmalen angehalten worden ist und dass diese Merkmale sich zu eigenartigen Organismen entfaltet haben.

Dieser Vorgang wird durch die qualitativen Anpassungsprozesse verdunkelt, welche den Laichbällen den Anstoss zur Entwickelung der parasitären Lebensweise angepasster Formen

geben; in einigen Fällen, wie z. B. bei der Mimikry der Geweben, entsteht eine Umbildung des Gewebes, welches einen den umringenden und auf die Laichbälle einwirkenden Geweben gleichartigen Typus bekommt.

Der Parasitismus stellt eine Reihe höchst komplizierter Aufgaben auf, und in jedem einzelnen Fälle erscheinen manche, höchst eigentümliche, durch die Selektion noch nicht abgeschätzte Daten. Die erste Generation, d. h. die von uns eingepflanzten Laichbälle, tragen zur Lösung dieser Aufgaben bei, doch keineswegs infolge der ihnen eingeprägten qualitativen Reaktionen, sondern unter der direkten Einwirkung der sie umringenden Faktoren. Dieser Umstand hindert aber nicht die Bildung höchst vollkommener Anpassungen, wie es z. B. an dem auf den roten Blutkugeln parasitierenden Laichball wahrgenomen werden kann.

---

## KAPITEL V.

## Die Gewebe der parasitären Laichbälle und ihre Genese.

Da der Hauptzweck meiner Experimente in dem Studium der finalen Modifikationen parasitärer Laichbälle lag, so blieben mir die ersten Stadien der Gewebegenese unbekannt. Diese Lücke hoffe ich in der nächsten embryologischen Saison zu füllen.

Die frühsten der mir vorliegenden Studien gehören Laichbällen, welche aus dem Frosche $1\frac{1}{2}$ Wochen nach der Operation ausgeschnitten wurden, als die Hauptmasse des Dotters schon geschwunden war, und der Laichball, wie oben bereits erwähnt, eine Kugel aus einer schaumartigen Anhäufung von Pigmentzellen vorstellte.

### Primitives Pigmentgewebe.

In diesen Stadien hatte das Gewebe des Laichballs das Aussehen eines mehrkernigen Synzytiums, und nur die nähere Untersuchung liess erkennen, dass in Wirklichkeit eine Anzahl amöboïder, durch ihre Auswüchse miteinander verbundener Pigmentzellen vorlag.

Auf Fig. 22, 31 und 32 sind stark vergrösserte Stücke eines dergleichen Synzytiums dargestellt. Das ganze Gewebe besteht aus einem Protoplasmanetze, welches eine Anzahl von Vakuolen umfasst; die letzteren enthalten eine Substanz, welche in Blochmann gar keine Färbung annimmt. Plasma ist von dunkelbraun gefärbten Pygmentkörnchen dicht übersäht, welche ziemlich ungleichmässig liegen. Stellenweise füllen sie das Plasma sehr dicht an und lassen die Färbung desselben nicht erkennen; an anderen Stellen liegen sie ziemlich weit auseinander, und die hellblaue Färbung des Plasmas tritt deutlich vor.

Die Kerne der Pigmentzellen sind ziemlich gross, haben gewöhnlich eine regelmässige, abgerundete Form, und eine grosse Quantität derselben weist die verschiedensten Stadien einer kariokynetischen Teilung auf, was eine energische Vermehrung der Zellen erkennen lässt. Stellenweise liegen in diesem Gewebe einzelne Pigmentzellen; sie sind mit den übrigen durch ihre Auswüchse nicht verbunden und etwas stärker gefärbt, als die Zellen des Grundnetzes. Solche Zellen sind auf Fig. 22 und 32 dargestellt.

### Zwischengewebehülle.

An den Laichbällen erscheint sehr früh eine Hülle, welche sie umringt und eine intensiv blaue Färbung annimt (Fig. 22). Der Ursprung dieser Hülle ist mir nicht ganz klar. Allen Anscheinen nach sind an ihrer Bildung die Zellen des Laichballs ebenso wie diejenigen des Wirten beteiligt.

In den früheren Stadien (Fig. 22) tritt diese Hülle als Schichte derselben, nur unpigmentierten Pigmentzellen auf; in dieser Form sind sie auf einer bedeutenden Strecke des Laichballs zu sehen, und es können hier die mannigfachsten Uebergänge von den Zellen, welche noch keine specifischen Eigenheiten der Struktur aufweisen zu den Zellen des Pigmentsynzitiums beobachtet werden. Wie schon erwähnt, nimmt das Plasma der Pigmentzellen eine bläulich-grünliche Färbung an, und an den Stellen, wo das Pigment in den amöboïden Zellen des Synzitiums auf einer bedeutenden Strecke fehlt, nähert sich ihr Aeusseres demjenigen welches an den Zellen der Hülle der Laichbälle beobachtet wird.

In diesen Stadien ist die Struktur der Zwischengewebehülle der Laichbälle von derjenigen des Zwischengewebes des Wirten sehr deutlich zu unterscheiden, besonders in den Punkten, wo beide Gewebe in Berührung kommen, wie es die Fig. 32 veranschaulicht. Das Zwischengewebe des Erwachsenen wird nicht nur durch seine Färbung, sondern auch durch eine deutlich faserige Struktur charakterisiert; das Zwischengewebe des Laichballs unterscheidet sich aber ausschliesslich durch seine Farbenreaktion.

Die eigenartigen Erscheinungen des Uebergangs zwischen den Pigmentzellen und denen der Zwischengewebehülle liessen mich einen Augenblick vermuten, dass in vorliegendem Falle die ziemlich verbreitete pathologische Verjüngung der Zwischengewebezellen stattfindet, welche die Zellen des Laichballs verschlingen. Die Pigmentierung dieser Zellen könnte in diesem Falle von dem Umstande abhängen, dass sie das Pigment des Laichballs verschlingen, welches ihren Körper färbt. Doch wird diese Voraussetzung durch den Umstand widerlegt, dass das Pigment in dem normalen Laichball meistens schwächer entwickelt ist, als in den Zellen des oben beschriebenen Synzytiums. Es zeugt auch dagegen die deutlich körnige Struktur des Pigments, welche seinem normalen Aeusseren in den embryonalen Zellen vollkommen entspricht. Auch fehlte jede Spur seines Zerfalls. Diese Anzeichen sind so charakteristisch, dass jeder Irrtum in dieser Hinsicht unmöglich ist. Weiter werden wir noch Gelegenheit haben, uns von diesem Umstande zu überzeugen, nämlich bei der Untersuchung der Degenerationsprozesse in den unbefruchteten Froscheizellen, welche in der Leibeshöhle bleiben.

Es gibt auch noch einen Umstand, der ebenfalls gegen diese Erklärung zeugt: bei den ferneren Umbildungen der Synzytiums wird nur ein Teil seiner Zellen (im besten Fall) wieder zu Zwischengewebezellen umgestaltet; die meisten derselben behalten die Form amöboïder Pigmentzellen, welche ganz eigenartige Funktionen haben und sich zuweilen zu charakteristischen embryonalen Geweben der Laichbälle umbilden. Dieser Vorgang wäre nicht möglich, wenn das Pigmentsynzytium dadurch entstanden sein sollte, dass die Zwischengewebezellen die Laichbälle verschlungen und sich verjüngt hätten. Diese Erwägungen sind in Bezug auf die Bildung der x-Zellen besonders wichtig.

### Das Anfüllen des Laichballs mit Zwischengewebe.

Die eben angeführte Vermutung in Betreff des Verschlingens der Laichbälle und des Verjüngens der Zwischengewebezellen findet eine gewisse Bestätigung in der von mir zuweilen beobachteten Umbildung des Laichballgewebes in ein, zwar höchst eigenartiges, Zwischengewebe. Das Zwischengewebe des Laichballs unterscheidet sich stets von demjenigen des Wirten, und nicht allein durch die feinalveolare Struktur, sondern auch durch seine Färbung.

Im Verlaufe dieses Prozesses in den Geweben des Laichballs werden die Lumen des Synzytiumnetzes, welche sich bläulich grün färben, allmälig grösser, wobei das ganze Synzytium keineswegs in einzelne amöboïde Pigmentzellen zerfällt, wie es in anderen Fällen geschieht, sondern als netziges Gewebe mit kaum merklichen Abgrenzungen der einzelnen Zellen erhalten bleibt. Es sondert sich aus dem Synzytium nur ein Teil seiner Zellen ab, welche als grosse, einzelne Pigmentzellen amöboïder Form (die Zellen *c* und *d* auf Fig. 22) auftreten. Nach und nach werden die pigmentlosen Strecken des Synzytiums immer grösser und gruppieren sich zu Streifen, welche die Masse des Synzytiums durchschneiden (Fig. 13 und 22).

Anfangs ist an dem Zellenplasma keine faserige Struktur zu merken. Allmälig erweitert sich der Prozess, die blaugefärbten Strecken nehmen an Umfang zu, und endlich erscheint das ganze Synzytium als bläulich gefärbtes Netz mit stellenweise in demselben zerstreuten Pigmentkörnern, welche gewöhnlich in Form von kugeligen Anhäufungen angetroffen werden. In den verdickten Knoten dieses Netzes liegen grosse Kerne, welche sich kariokynetisch weiter teilen. Stellenweise (Fig. 23) sind in diesem Netze grosse freiliegende Pigmentzellen zerstreut, welche ihr früheres Aeussere behalten haben. Im weiteren Verlauf des Prozess bleibt endlich das Pigment ausschliesslich nur in den grossen amöboïden Pigmentzellen erhalten, welche ihren embryonalen Charakter behalten, aber es verschwindet gänzlich in dem Grundnetze, welches schon eine reine blaue Färbung annimt (Fig. 27). Zugleich bekommt es einen etwas faserigen Charakter, und seine Alveole werden um diese Zeit sehr klein.

Dieser Vorgang wird gewöhnlich durch eine starke Vermehrung der Kapillargefässe, welche ein kompliziertes Geflecht in dem Laichball bilden, begleitet, und dieser wird von Lymphkörpern infiltriert, welche stellenweise dicke (Fig. 10 *b* und 27 *d*), denen der granulierenden Gewebe ähnliche Anhäufungen bilden.

Selbst auf der höchsten Stufe derartiger Umwandlungen, wie ich sie bei einem aus der Lunge ausgeschnittenen Laichball sah, konnte stets das Zwischengewebe des letzteren von demjenigen des Wirten der Struktur nach unterschieden werden. Es fiel sogleich die hellere Färbung des parasitären Gewebes auf und seine eigenartige, unregelmässige, feingenetzte, faserige Struktur, welche von dem gewöhnlichen grobgefaserten Zwischengewebe der anliegenden Organe scharf abstach. Demzufolge konnte die Abgrenzung dieser beiden Gewebe stets genau festgestellt werden. Auf der höchsten Stufe der Umwandlung konnte ich keine kariokynetische Teilung der Kerne merken.

Wir sehen also, dass alle vorhandenen Daten die Ansicht stützen, dass die beschriebenen Erscheinungen einer mimikrierenden Umwandlung des Ballgewebes, und keineswegs einem Anfüllen des Balls seitens der anliegenden Gewebe zuzuschreiben sind. Gegen letztere Annahme zeugt auch der Umstand, dass der Laichball im Verlaufe dieses Prozesses seine äussere Form stets beibehält, was unmöglich wäre, wenn er umkommen und sein Gewebe durch Zwischengewebe ersetzt werden sollte. Der Laichball zerfliesst so leicht, dass er bei seinem Untergange und sogar bei der leisesten Verletzung jedenfalls nicht als Form für die anwachsenden nächstliegenden Gewebe auftreten könnte, umsoweniger an den Wandungen der Lungen, wo der Ball bei seinem Untergange, infolge der fortwährenden Bewegung, sogleich auseinander fallen müsste und keineswegs als eine so regelmässige Form dienen könnte, wie sie auf Fig. 10 zu sehen ist.

### Das lockere Zwischengewebe.

Ausser der oben beschriebenen Bildung eines dichten netzigen Zwischengewebes, welches den ganzen Laichball anfüllt, wird noch die Entwickelung eines Stroma von lockerem Zwischengewebe beobachtet, in welchem entweder Pigmentzellen, oder andere Organe und Gewebe des Laichballs zerstreut sind. Dieses Zwischengewebe kann sich zuweilen von aussen in dichte Schichten legen und die äussere Hülle des Balls bilden, oder in Form von dichteren Bündeln das Grundgewebe desselben durchschneiden, wie es auf den Fig. 21 und 24 zu sehen ist. Durch seine eigenartige Struktur unterscheidet es sich von dem ebenbeschriebenen; es bildet nämlich ein skelettartiges Netz, in dessen weiten Alveolen eigentümliche, lockere, embryonale Gewebe eingefügt liegen; in einem solchen Netze liegt das mesenchymatose ektodermische Gewebe des Laichballs (Fig. 21), oder das entodermische (Fig. 43), oder endlich eine ganze Reihe anderer, eigentümlichen Elemente des Balls.

Es giebt zwei Arten von solchem Zwischengewebe: erstens tritt es als loses, alveolares Stroma mit undeutlichen Fasern, und zweitens als deutlich faseriges, grobes Alveolarnetz auf. In beiden Fällen liegen in den Alveolen Zellen anderer Art.

### Das alveolare Zwischengewebe.

Das alveolare Zwischengewebe erster Art kommt gewöhnlich dort vor, wo die Elemente, welche die Alveole anfüllen, sich in Unordnung befinden und aus Zellen von unbestimmtem Charakter bestehen, deren Ursprung und Bedeutung sehr oft schwer festzustellen sind.

Als höchst charakteristischer Beispiel eines solchen Stroma kann dasjenige angeführt werden, welches auf der Fig. 5 dargestellt und aus der Leber ausgeschnitten ist. Die Fig. 24 und 25 stellen das stark vergrösserte Gewebe dieses Balls vor. Stellenweise sind die Zellen schwach pigmentiert, und stellenweise, im Gegenteil, sehr stark. In dem letzteren Falle haben sie einen deutlich amöboïden Umriss. Das Stroma besteht in diesem Falle aus undeutlich gefasertem Gewebe, welches sich blass-blau färbt. Die Alveolen sind sehr unregelmässig und nähern sich im Allgemeinen der runden Form.

Stellenweise ist die faserige Struktur deutlicher, und es bilden sich dann ganze Zwischenschichten aus dichtem faserigen Zwischengewebe, wie es Fig. 24 zeigt, wo es eine eigenartige, sich nicht färbende Hülle bildet, oder, wie auf Fig. 8 dargestellt ist, wo eine Anzahl von Zwischenschichten in dem Grundgewebe des Laichballs liegt.

### Das netzige Zwischengewebe.

Das gefaserte, netzige Zwischengewebe wird, im Gegenteil, dort angetroffen, wo die Alveole wohlgeformte Systeme von typischen Embryonalzellen des Laichballs enthalten, wie z. B. mesenchymatose Ektodermzellen (Fig. 21). In solchen Fällen ist das eigentümliche gitterähnliche festere System, welches die lockeren, schwankenden Gewebe des parasitären Balls stützt, deutlich zu erkennen. Diese letzteren Gewebe sind aus individuell selbständigen Zellen gebaut, es fehlt ihnen jeder Halt, und wenn sie nicht durch das Zwischengewebenetz gestützt wären, könnten sie sich nicht zu den eigentümlichen morphologischen Einheiten gruppieren, welche zuweilen angetroffen werden.

Die Zwischengewebefasern treten in solchen Fällen sehr deutlich vor, und der Zwischengewebecharakter wird nicht blos durch die spezifische Färbung, sondern auch durch die histologische Struktur des Gewebes nachgewiesen. Es ist, in jeder Beziehung, ein gewöhnliches, typisches Zwischengewebe, welches sich keineswegs von dem eines erwachsenen Pelobates unterscheidet. Um die Laichbälle bildet es breite, zuweilen ausserordentlich grosse Wucherungen (Fig. 11), welche die Organe des Wirten manchmal in Form von grossen Auswüchsen bedecken. Zuweilen füllt auch das Zwischengewebe den ganzen Ball aus und bleibt in demselben nach dem Absterben der Embryonalzellen als dessen Rest in Form eines Grundnetzes erhalten, nachdem die weichen Teile (die embryonalen Zellen, Fig. 11) schon mazeriert sind.

In Betreff der Genese dieses Gewebes fehlen mir beinahe jegliche Daten, denn in allen Fällen, wo ich dasselbe antraf, war es schon vollkommen typisch ausgebildet. Doch lassen einige indirekte Angaben darauf schliessen, dass es vermutlich auch ein Produkt der Laichbälle ist.

Diese Angaben bestehen vor allem in dem Umstande, dass jegliche grössere Verbindungen zwischen dem Zwischengewebe der Bälle und demjenigen des Erwachsenen fehlen. Der Laichball und seine Gewebe, in deren Zahl auch das Zwischengewebe, scheinen an die Organe des Wirten als ganz fremde Körper, einfach angelehnt zu sein. In manchen Fällen konnte auch, wie Fig. 11 zeigt, ein ungemein stark aufgewucherter Auswuchs des Zwischengewebes wahrgenommen werden, und es hatte sich ein Zwischengewebenetz gebildet, welches in die Masse des Balls eindrang; dabei konnte zwischen beiden kein wesentlicher Unterschied gemerkt werden.

Von Bedeutung ist der Umstand, dass die kräftigste Entwickelung des Zwichengewebes dieser Art und die Bildung grösser Auswüchse gewöhnlich an den Bällen gemerkt wurde, deren Lebenstätigkeit am höchsten stand, was an der Zahl der x-Zellenkapseln erkannt werden

konnte. In einigen Fällen wird das netzige Zwischengewebe mit dem alveolaren zugleich in verschiedenen Teilen derselben komplizierten Laichballkolonie vorgefunden. Einen derartigen Fall traf ich an dem aus der Leber geschnittenen und schon mehrfach erwähnten Ball. In dem Teile desselben, welcher sich als Auswuchs auf der Leber erstreckte und eigentlich einen direkten Produkt des primitiven Grundkörpers des Balls vorstellte, sehen wir (Fig. 8, 24 und 25) ein Stroma von alveolarem Typus; in dem beutelartigen Auswuchse des Balls—ein Stroma von netzartigem Typus (Fig. 9).

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass das Netzgewebe ebensowohl, als das alveolare, sich zu einem festeren Zwischengewebe verdicken kann. Dieses geschieht gewöhnlich in den äusseren Schichten (Fig. 21), wo sich eine dichte Deckschicht bildet.

### Das Ento-Ektoderm des Laichballs.

Das Ento- und Ektoderm des Laichballs sind von einander nicht scharf abgegrenzt, und es können immer zwischen den beiden Uebergänge und Vermischungen beobachtet werden. Die Einteilung der Blastula in diese zwei embryonalen Grundschichten kann überhaupt nur eine bedingungsweise Bedeutung haben, da hier eigentlich nur ein schwach differenziertes Gewebe der Blastulawandungen vorliegt, aus welchem alle die wenigen Organe der Laichballkolonie entstehen. Wenn ich diese Bezeichnung anwende, so ist es ausschliesslich um die beiden Arten der Struktur dieses Gewebes, welche eine bestimmte Tendenz zu einer gewissen, regelrechten Lage in den Blastulawandungen aufweisen, bequemer unterscheiden zu können. Die beiden Gewebe sind locker und haben einen halbmesenhymatosen Charakter; sie füllen gewöhnlich, wenn sie regelmässig gelagert sind, die Alveolen des obengenannten netzigen Zwischengewebes an. Der äusseren Ansicht nach unterscheiden sich diese Gewebe nur durch den verschiedenen Pigmentgehalt; die Form der Zellen der Blastulawandungen ist jedoch für die innere Schicht ebendieselbe, wie für die äussere. Gewöhnlich sind die äusseren Reihen der die Blastula umringenden Zellen stärker pigmentiert, als die inneren, doch kommen auch zuweilen Ausnahmen vor. Die äussere Pigmentschicht halte ich für das Ektoderm, die innere, blassere, für das Entoderm.

Diese beiden Gewebe waren an dem Ball, welcher sich auf Kosten der roten Blutkugeln nährte, in den Wandungen der Nährkammern besonders typisch ausgedrückt. Hier finden wir eine regelmässige, mehrschichtige Bekleidung der Nährkammern; die innere Zellenschicht, welche die Kammern von allen Seiten umgibt, ist aus mehreren konzentrischen Reihen amöboïder, dicht aneinander gelagerter Zellen gebaut. Die Längsaxen der etwas spindelförmig ausgereckten Zellen liegen längs der Peripherie der Kammer. Das Zwischengewebenetz ist, wie es Fig. 40 und 42 zeigen, in den inneren Schichten sehr schwach vorgestellt; stellenweise, nämlich dort, wo die Entodermzellen dichter werden und ein regelmässiges Gewebe (Fig. 34) bilden, fehlt das Zwischengewebenetz gänzlich. Meistens hat das Entoderm einen mesenhymatosen Charakter, doch stellenweise, dort, wo eine Längsspannung deutlich auftritt, scheint es zu einem dichteren Gewebe zusammengezogen. Dieses Zusammenziehen gleicht demjenigen eines an den Ecken gespannten Netzes, wobei die Alveolen sich zu schmalen Ritzen ausrecken, die Fasern aber (in vorliegendem Falle die Zellen) einander bis zur Berührung nahe kommen. Als Resultat entsteht ein schmaler Gewebestreifen mit stark ausgereckten Zellen, welche schmale, ausgedehnte Kerne enthalten. Die Färbung und die Lage des Pigments bleiben dabei unverändert.

Die Möglichkeit einer derartigen Ausreckung des Entoderms zu einem dichten Gewebe kann als ziemlich bestimmter Hinweis darauf gelten, dass zwischen den Zellenauswüchsen des primitiven mesenhymatosen Entoderms eine haltbare Verbindung stattfindet, welche die mechanische Ausführung dieses Ausreckens zulässt.

Die Ektodermschicht entwickelt sich in den Wandungen der Blastula höchst ungleichmässig. Gewöhnlich erscheinen die äusseren Schichten der stark pigmentierten Zellen nur an

denjenigen Stellen, wo die Wandung der Blastula sich entweder dem äusseren, gegen die Leibeshöhle gekehrten Rande der Kolonie nähert, oder demjenigen, welcher die x-Zellenkapseln berührt.

Die Ektodermschicht kann an solchen Stellen zuweilen mächtig entwickelt sein, wie es z. B. Fig. 18 zeigt.

Die Ektodermzellen sind stets in den Alveolen des Zwischengewebenetzes als mesenhymatoses Gewebe aus stark pigmentierten amöboïden Zellen zerstreut (Fig. 21). Stellenweise ist dasselbe, gleich dem Endoderm, in ein dichteres Gewebe zusammengezogen, wobei dieselben Erscheinungen, wie bei dem Entoderm, stattfinden. Dieser Umstand weist gleichfalls darauf, dass die Ektodermzellen durch ihre Auswüchse fest aneinander halten. In solchen dichten Strecken ist es höchst schwierig das Vorhandensein der Fasern des Zwischengewebenetzes nachzuweisen.

Sämtliche Ento- und Ektodermzellen tragen einen offenbar embryonalen Charakter, was durch die Gegenstellung derselben mit den Zellen der Kaulquappen in frühen, auf das Schwinden des Dotters unmittelbar nachfolgenden, Stadien leicht festzustellen ist. Es sind typische, embryonale, unspezialisierte Mesenchymzellen, welche entweder eine stärkere Pigmentierung bekommen und das Ektoderm bilden, oder als Bestandteile des Entoderms auftreten. Als typische Embryonalgewebezellen vermehren sich die Entodermzellen durch kariokynetische Teilung, und jeder Schnitt zeigt uns eine grosse Anzahl in dieser Teilung begriffener Zellen. In Betreff der Histogenese des Ekto- und Entoderms kann die Entstehung dieser Gewebe durch die Gruppierung freier Pigmentzellen als vollkommen sicher festgestellt gelten.

## Freiliegende Pigmentzellen.

Die freiliegenden Pigmentzellen treten als das Material auf, aus welchem die Gewebe des Ento- und Ektoderms sich bilden. Bei der Beschreibung der Umgestaltung des primitiven Pigmentsynzytiums in ein Zwischengewebenetz ist schon erwähnt worden, dass ein Teil der Zellen des Synzytiums sich von demselben absondert und diese als freiliegende amöboïdenförmige Zellen auftreten, welche ihre primitive Pigmentierung beibehalten.

Indessen bildet sich ein Teil des Synzytiums zu einem Zwischengewebenetz um (Fig. 22) und verliert allmälig sein Pigment; einige Zellen desselben bekommen nach und nach eine stärkere Pigmentierung und sondern sich in Form eigenartiger, pigmentierter Amöben ab (die Zellen *c* und *d* Fig. 22). Solche Zellen werden auch viel später in allen Stadien der Umwandlung des Synzytiums und sogar auf der Stufe der vollkommenen Umgestaltung des Balls in ein Zwischengewebeknäuel angetroffen (Fig. 27). In solchen Fällen bilden die amöboïden Pigmentzellen ein beständiges Element des Laichballgewebes auf allen Schnitten, wo sie entweder vereinzelt, oder in ganze Kolonien angesammelt, entweder in Form ruhender, starkpigmentierter kugelförmiger Zellen, oder in dem Stadium der Bewegung mit in den ausgestreckten Pseudopodien ungleichmässig zerstreuten Pigmente erscheinen. Der Umstand, dass wir in dem ganzen Organismus des Wirten nirgends (mit Ausnahme der Leber) auf solche Zellen stossen, welche den eben beschriebenen Pigmentzellen auch nur im Entferntesten ähnlich wären, zeugt dafür, dass sie wirklich als Produkte des Laichballs anzusehen sind. Selbst die Pigmentzellen der Leber haben mit diesen eine nur sehr entfernte, ausschliesslich in der Tätigkeit ausgedrückte, Aehnlichkeit. Ueberdies manifestiert sich diese Tätigkeit nur in den Fällen, wo solche Pigmentzellen in unmittelbarer Nähe des Balls liegen, und es bleibt noch fraglich, ob es nicht Pigmentzellen des Laichballs sein könnten, welche in die Leber durch die Gefässe eingedrungen wären.

Amöboïde Pigmentzellen werden in den mannigfachsten Formen angetroffen; eine derselben wurde bereits erwähnt, nämlich diejenige, welche in dem Momente der Umwandlung des primitiven Synzytiums auftritt. Um diese Zeit sehen wir sie in Gestalt starkpigmentierter amöboïder Zellen, welche in dem Netze des Synzytiums ganz frei liegen (Fig. 22 Zellen *c* und *d*).

Später kommen sie sehr oft in Form im Netzgewebe zerstreuter Elemente des Ektoderms vor, und auch als einzelne kugelartige, oder längliche Zellen, welche in den Alveolen an verschiedenen Stellen des den Ball umringenden Zwischengewebeansatzes zerstreut liegen und, in der Regel, die x-Zellenkapseln begleiten. In der Nähe dieser Kapseln können stets derartige Zellen vorgefunden werden (Fig. 40, 42). Besonders interessant ist das Eindringen der amöboïden Zellen in die Gewebe und Organe des Wirten. Dabei wirken sie stets als energische Zerstörer der Gewebe, deren zerfallene Elemente sie verschlingen. Höchst bemerkenswert ist dieser Vorgang in Betreff der roten Blutkugeln, welche von diesen Zellen verschlungen werden. Ich konnte diesen Prozess mehrfach äusserst deutlich beobachten. Die amöboïden Pigmentzellen bilden dabei interessante Variationen (Fig. 26, 30, 35). Die erste derselben entsteht, wenn die Zellen ein lockeres Gewebe, z. B. eine Ansammlung nicht zusammenhängender roter Blutkugeln in den oben beschriebenen Kammern zerstören. Sie treten hier als grosse, gewöhnlich einkernige, amöboïde Zellen auf und enthalten eine Menge verschlungene rote Blutkugeln (Fig. 39) in allen Graden des Zerfalls. Dabei ist das Pigment gewöhnlich ungleichmässig verteilt, stellenweise in dichte Massen angesammelt und stellenweise in Form von seltenen, einzelnliegenden Körnern zertreut. Dieser Umstand scheint von dem Grade des Ausreckens des Plasma abzuhängen. In den fadenähnlich ausgestreckten Pseudopodien, wo das Plasma am stärksten ausgereckt ist, liegen die Pigmentkörner am weitesten auseinander.

Zuweilen kann ein direktes Eindringen solcher Zellen in die Gefässe des Wirten nachgewiesen werden. In dieser Lage habe ich sie nur in der Nähe des Laichballs beobachten können, doch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie in dem Organismus durch den Blutstrom weit fortgetragen, in der Leber angehalten werden könnten (es liegt in derselben das Pfortadersystem, welches gerade aus den in der Umgebung des Laichballs versammelten venösen Gefässen besteht) und in derselben die, das Gewebe der Leber zerstörenden, Anhäufungen von Pigmentzellen bildeten, welche ich bereits erwähnte und auf welche ich weiter, gelegentlich der Beschreibung der verschiedenen Arten des Parasitismus der Laichbälle, noch zurückkommen werde.

Die Pigmentzellen verhielten sich in den Gefässen ebenso, wie in den Kammern der Laichbälle: sie zerstörten und verschlangen energisch die roten Blutkugeln, wie es Fig. 26 darstellt. Bemerkenswert ist der Umstand, dass hier stets neben den Pigmentzellen eine grosse Menge von Leukozyten sich ansammelte, was auf die Möglichkeit eines energischen Kampfes zwischen der parasitären Zelle und den Beschützern des erwachsenen Organismus weist. Die stark zerstörende Einwirkung dieser Zellen auf die Gewebe des Wirten zeugt am klarsten dafür, dass die ersteren dem Laichball gehören.

In den Fällen, wo die Kapsel von zerfallenen, zusammengeklebten roten Blutkugeln, welche vermutlich Reste der verschlungenen Zellen erster Art vorstellten, dicht angefüllt war, konnten dazwischen amöboïde Zellen anderer Art wahrgenommen werden. Sie hatten den Anschein einer Art pigmentierten Spinngewebes, welches sich durch die geringsten Lumen zwischen den zusammengeklebten Knäueln von roten Blutkugeln weithin erstreckte. Diese Zellen waren (Fig. 35) höchst eigenartig. In der Mitte eines grossen, keine roten Blutkugeln enthaltenden Vakuols, lag ein dicker Kern in einem Netze feiner, blassblaugrünlich gefärbter mit Pigmentkörnern besähter Plasmafäden. Das ganze Vakuol mit seinem Plasmanetze und seinem Kern erschien bei dem ersten Hinblick als eine abgerundete, durch Zerfallprodukte umringte Zelle. Die nähere Betrachtung aber zeigte, dass von den Enden der Plasmafäden, welche das Vakuol in verschiedenen Richtungen durchkreuzen, ebensolche feine, mit Pigmentkörnern besetzte Protoplasmafäden ausgehen, durch die schmalsten Lumen der umringenden Masse zerfallender Eritrozyten sich nach allen Seiten verbreiten und ein Spinngewebeartiges Netz bilden.

Ausser den radialen Auswüchsen, welche von dem Zentrum des Kerns auszogen, befanden sich hier noch Fäden, welche als Tangenten diese Auswüchse auf das Mannigfachste verbanden. Derartige Zellen lagen weit auseinanderzerstreut in der Masse der zerfallenen

Eritrozyten der primitiven Ballkammer (Fig. 16, 17 und 18). Soviel ich beobachten konnte, trat das Netz der Auswüchse jeder Zelle mit den benachbarten in Virbindung, und im Ganzen bildeten alle Zellen ein feines, durch die ganze Kammer verbreitetes Spinngewebe.

Dort, wo die letzten Ueberbleibsel der roten Blutkugeln verschlungen waren, konnte die Rückbildung solcher Zellen in gewöhnliche amöboïde Pigmentzellen beobachtet werden; dabei entstand an diesen Stellen ein sekundäres alveolares Gewebe aus grossen Pigmentzellen mit bedeutender Anzahl von Vakuolen (Fig. 28). Dieses sekundäre Gewebe unterschied sich sehr scharf von dem primitiven, da die Vakuole des letzteren zwischen den Zellen lagen; im sekundären aber bildeten sie sich innerhalb der Zellen.

Die amöboïden Pigmentzellen bilden das vegetative Hauptelement der parasitären Laichbälle; sie betten sich in die Gewebe des Wirten ein, wie z. B. (Fig. 32) in das Muskelgewebe, mazerieren das letztere und verschaffen dem Laichball die nötige Nahrung. Andererseits treten die amöboïden Zellen, als morphologisches Element auf, aus welchem alle anderen Gewebe der Laichbälle bestehen. In der Tat erscheinen alle übrigen embryonalen Gewebe keineswegs als mehrzellige Strukturen, sondern als Totalitäten einzelliger Einheiten, namentlich der amöboïden Zellen.

### Epithelgewebe.

Ein Epithelgewebe traf ich nur in einem einzigen Falle an, nämlich in dem beutelförmigen Anhange des aus der Leber geschnittenen Laichballs (Fig. 5). In den Seitenwandungen dieses Anhangs konnte ich die Bildung eigenartiger Räume beobachten, welche mit Epithelgewebe überzogen waren; dieses ähnelte durchaus dem Epithelium, welches die Somitenhöhlen bedeckt und färbt sich dunkelblau, grünlich, welche Färbung für das Muskelgewebe charakteristisch ist.

### Horndecke.

An demselben Laichball wurde eine eigenartige Hülle wahrgenommen (Fig. 24). Er hatte nämlich unter der äusseren, feinen Zwischengewebeschicht eine dicke, unregelmässige Schicht von eigenartigem Gewebe, welches sich graugelb färbte und der Länge nach fein gestrichelt war. Stellenweise waren in demselben Kerne und stellenweise hellere spindelförmige Flecken zerstreut, welche die Stellen der zerfallenen Kerne bezeichneten. Ueber die nähere Bedeutung dieses Gewebes kann ich mich nicht aussprechen.

### Unbestimmte Gewebe.

Zu solchen gehören die Gewebe, welche das alveolare Stroma anfüllen. Es gibt deren zwei Arten. Entweder sind sie aus kleinen, schwachpigmentierten, amöboïden Zellen gebaut, wie es auf Fig. 24 und zum Teil auf Fig. 25 zu sehen, ist, oder aus Zellen, welche bei der Degeneration eines Gewebes entstehen, das den Laichbällen als Nahrung diente, wie es Fig. 25 und 30 zeigen, wo die Degeneration das Gewebe der Leber ergreift.

Diese Gewebe sollen später in Verbindung mit den Arten des Parasitismus der Laichbälle ausführlicher betrachtet werden.

---

## KAPITEL VI.

## X-Zellen.

Bei der Untersuchung der Kolonie eines parasitären Laichballs fallen vor allem die vielen Kapseln auf, welche frei schwimmende, eigenartige, sich in Blochmann grünlich-gelb färbende Zellen enthalten. Schon das Aeussere dieser Zellen ist merkwürdig. Ihre wundersame Form, ihre lebhafte Färbung, ihre eigenartige Anordnung, als individuell unabhängiger Zellen, und endlich die auffallende Identität in den unzähligen Fällen, wo ihre Bildung angetroffen wird—alles richtet die Aufmerksamkeit des Beobachters auf diese Zellen.

### Konstanz der Bildung.

Die x-Zellenkapseln kommen nahezu in allen Laichbällen vor. Unter den 18 beobachteten Stücken fand sich nur ein einziges, wo sie fehlten, nämlich ein an die Lunge angewachsener Ball, welcher den höchsten Grad der das Zwischengewebe mimikrierenden Umbildung (Fig. 10 und 27) vorstellte.

In allen übrigen Fällen traten die x-Zellen stets als finaler Produkt der Umgestaltungen der Laichbälle auf, und der einzige Unterschied lag in der relativ grösseren, oder minderen Anzahl der Kapseln und Zellen.

### Anzahl der x-Zellenkapseln.

In Hinsicht der Anzahl waren die Schwankungen gross. Während einige parasitäre Laichbälle eine Menge solcher Kapseln aufwiesen, wurden sie in anderen nur als einzelne Exemplare angetroffen.

### Lage der x-Zellenkapseln.

Die Lage dieser Kapseln ist sehr verschiedenartig. Es kann als festgestellt gelten, dass dieselben in der Kolonie überall vorkommen können. Als gewisse Ausnahme erscheinen nur die embryonalen Gewebe der Blastulawandung, wo die Kapseln sich nie einbetten. Sonst werden sie in dem Zwischengewebenetz (Fig. 11, 16, 17, 18) ebensowohl, als in dem Innenraume der Blastula (Fig. 14, 15, 19, 20) angetroffen; zuweilen füllen sie denselben ganz aus. Endlich finden wir sie auch in dem mimikrierenden Gewebe und in der Wandung der sekundären Anhänge des Laichballs (Fig. 8 und 9).

### x-Zellen ausserhalb der Kapseln.

Bei der ersten Untersuchung scheinen die x-Zellen ausschliesslich in den entsprechenden Kapseln vorzukommen; aber das umständlichere Studium zeigt, dass sie zuweilen auch in anderen Geweben frei liegen, wie es Fig. 21*a* zeigt. In diesen Fällen liegen sie gewöhnlich als einzelne Exemplare in einem hohlen Raume, z. B. zuweilen in den von Blutkugeln angefüllten Kammern. Die Verhältnisse, bei denen sie direkt, ohne Kapseln in den Geweben des Laichballs vorkommen, deformiren nicht die x-Zellen, welche auch dann ihre typische Form beibehalten.

### Ansicht der Kapseln im Allgemeinen.

Ich habe schon das schwach vergrösserte Bild der Kapseln im Allgemeinen erwähnt. Sie bestehen aus einer Anzahl von Blasen mit durchsichtigem Inhalt, in welchem Häufchen eigenartiger Zellen frei schwimmend liegen. Bei stärkerer Vergrösserung wird das Bild noch eigenartiger.

Wir sehen in diesem Falle, dass in der farblosen Lymphe abgeschnittene Stückchen feiner grüner Fasern schwimmen, welche sich zuweilen zu Knäuelchen verflechten, zuweilen aber auch ganz frei liegen (Fig. 43, 44 und 45). Manchmal sind solche Fasern an beiden Enden abgeschnitten, manchmal mit amöboïdeformigen Zellen verbunden.

Mit dem Leibe einer solchen Zelle sind gewöhnlich mehrere Fasern verbunden, selten—nur eine. In den Zellen befinden sich stets ein, oder mehrere Kerne. Ziemlich häufig werden Kerne angetroffen, welche sich kariokynetisch teilen. Das allgemeine Wirrwarr des Bildes wird noch durch abgerissene Stücke feiner, ebenso gefärbter Membranfetzen ergänzt (Fig. 42). Diese Fetzen schwimmen entweder frei, oder in Verbindung mit den Fasern. Manchmal fehlen die Membranstückchen gänzlich, andere Male scheinen sie die x-Zellen und deren Auswüchse einzuschliessen.

**Aeussere Ansicht der x-Zellen.**

Es ist schwer, nach den Schnitten sich eine richtige Vorstellung über die Form der x-Zellen zu bilden. Auf jeden Schnitt kommen nur einige Teile solcher Zellen; diese müssen nun kombiniert werden, doch bei dem Wirrwarr, welches gewöhnlich in den Auswüchsen dieser Zellen herrscht, ist diese Aufgabe ausserordentlich schwierig. Es bleibt kein anderer Ausweg, als die zufällig glücklich geratenen, durch grössere Strecken von x-Zellen geführten Schnitte auszusuchen. Einen dieser glücklichen Schnitte finden wir auf Fig. 45 dargestellt. Auf die hier abgebildeten Wechselbeziehungen wollen wir etwas näher eingehen. Wir sehen hier eine Zelle (*a*) mit drei Kernen; diese liegen in einem grossen amöboïdenartigen Leibe, welcher zahlreiche Auswüchse ausschickt. Einer dieser Kerne ist in kariokynetischer Teilung begriffen. Von diesen Zellen gehen deutliche, feine, zweirandige Auswüchse ab, welche sich in der farblosen Flüssigkeit der Kapsel schlangeln. Die einen dieser Auswüchse verbinden die Zelle *a* mit anderen Zellen derselben Kapsel: der Auswuchs *b* z. B. verbindet die Zelle *a* mit einer anderen einkernigen Zelle; andere Auswüchse bilden mehr oder minder breite Schlingen, welche innerhalb derselben Zelle enden; noch andere scheinen frei zu enden; vielleicht hätte ihr Fortsatz auf anderen Schnitten ihre Verbindung mit dem Leibe anderer Zellen und ihre Bedeutung als verbindender Elemente, gleich den Auswüchsen *b* und *c* festgestellt. In einigen Fällen sieht man an den Enden dieser Auswüchse amöboïdenartige Strömungen; diese ähneln den Anwuchskegeln, welche von Ramon-y-Cajal als im Wachstum begriffene Axencylindern beschrieben wurden.

Derselbe Schnitt zeigt uns noch eine zweikernige zwischen den Kernen stark abgeschnürte Zelle. Diese Schnürung deutet auf den Beginn eines Auseinandergehens der beiden Hälften der Zelle. Es kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass dieser Auseinandergehen eine allmälige Ausreckung der die Zellen verbindenden Protoplasmabrücke veranlasst, und dass dadurch die langen Fäden entstehen, welche die weit auseinanderstehenden x-Zellen verbinden.

Auf diesem Schnitte sehen wir ferner, dass einige x-Zellen in der Wandung der Kapsel liegen, und es hat den Anschein, als ob sie aus dem umringenden Gewebe in dieselbe zu migrieren im Begriffe ständen.

Es werden in dem Leibe der x Zellen, ebenso wie zuweilen in deren Auswüchsen Pigmentkörner angetroffen, welche sehr unregelmässig zerstreut sind und stellenweise kleine dunkelgefärbte Anhäufungen bilden. In vorliegendem Falle sehen wir ein verhältnissmässig klares Bild des ganzen x-Zellenfasernetzes und können die Einzelheiten der Bildung eines eigenartigen Plasmodiums wahrnehmen. In den meisten anderen Fällen jedoch können nur unregelmässige kurze abgerissene Stücke angetroffen werden, zwischen denen noch stellenweise die obenbeschriebenen Membranfetzen zerstreut sind, wie es Fig. 42 veranschaulicht. Auf Fig. 48 sind mehrere typische Fälle zusammengebracht, wo die x-Zellen in Verbindung mit ziemlich grossen Stücken ihrer Fasern beobachtet werden können. Wir sehen, dass hier die grösste Mannigfaltigkeit herrscht; die Zellen haben die verschiedenartigsten Formen, von derjenigen, welche der Nervenzelle mit ihrem Axencylinder ähnelt (z. B. die Zelle *f*) und bis an den Zellentypus, welcher eine entfernte Aehnlichkeit mit einer dreikernigen Euglena mit langem feinem Schweif (Zelle *c*) aufweist. Zuweilen hat der Leib der Zelle lappenähnliche Auswüchse (wie z. B. die Zellen *d* und *e*), und ihre Auswüchse behalten den Charakter zerflossener Pseudopodien mit ihrem unregelmässigen Plasmaanfluss. Zuweilen hat der Leib der Zelle, im Gegenteil, deutliche, regelmässige Umrisse, nähert sich der kugeligen, oder dreieckigen Form (wie es an den Zellen *f*, *g*. und *i* zu sehen ist) und ihre Auswüchse erscheinen als scharfgezeichnete fadenähnliche Fasern. Häufig kommen auch Zellen vor, welche verschiedene Stadien des Auseinandergehens aufweisen, von der Bildung mehrkerniger Zellen mit gemeinsamem Leibe (Zellen *c* und *h*) an und bis auf Zellen in verschiedenen Stadien der Abschnürung, wie z. B. die Zelle *a*. Die Anzahl der Auswüchse ist auch verschieden.

Um die Beziehungen der Zellen zu ihren Auswüchsen nicht zu verwirren, sind auf dieser Abbildung die Zellen isoliert dargestellt, weshalb die Auswüchse der Anastomosen nicht zu sehen sind. Alle Auswüchse sind abgeschnitten und scheinen frei zu sein, was aber rein zufällig entstand. Anastomosen sind zwar schwieriger zu treffen, da sie nur in dem Falle auf den Schnitt gelangen können, wenn derselbe durch die ganze Länge des Auswuchses geführt wird; sie kommen aber dennoch nicht gar selten vor. Häufig werden auch schlingenähnliche Auswüchse wahrgenommen, welche in dem Leibe derselben Zelle anfangen und enden. Einen derartigen Auswuchs *x* sehen wir an der Zelle *a*. Meistenfalls werden solche Auswüchse, wie auch in vorliegendem Falle, an mehrkernigen Zellen vorgefunden.

Höchst interessant ist das bei zerrissener Kapselwandung, als einzelner Fall angetroffene Auswachsen der x-Zellen, welche als Plasmodium in die Leibeshöhle des Wirten eindrangen. Das Studium der Schnitte, welche durch den hier aufgewucherten, kegelförmigen Zellenbündel geführt wurden, ist höchst lehrreich. Die x-Zellen treten hier nicht mehr als verworrene Faserknäulchen auf, wie wir sie in den Kapseln sehen, sondern als ein ganzes kompliziertes Plasmodium. Auf Fig. 47, 48 und 49 sind drei Schnitte durch dieses Plasmodium dargestellt. Der erste ist durch die noch in der Kapsel liegende Basis des Plasmodiums geführt. Wir sehen eine Art riesenhafter Zelle mit zahlreich von derselben ausgehenden Auswüchsen. Die letzteren sind zum Teil sehr fein, haben unregelmässige Umrisse, welche auf das Vorhandensein eines Zerfliessens des Plasmas deuten, und umbiegen die nebenan zerstreuten, amöboïden, pigmentreichen Mesenchymzellen. Andererseits hat diese Zelle einen lappenartigen, am Ende breiteren Auswuchs.

Ein Teil der erstgenannten Auswüchse läuft in Anwuchskegel aus, und es kann durch die Gegenstellung mehrerer Schnitte leicht konstatiert werden, dass die Auswüchse in solchen Fällen im Mesenhym, welches das Plasmodium umringt, frei enden; der in der Breite zunehmende massivere Auswuchs *a* bringt uns im Gegenteil zu der folgenden Zelle des Plasmodiums, welche auf dem anliegenden Schnitte sich befindet. Das Plasmodium ist von zahlreichen, zerstreuten, mesenhymatosen Zellen umgeben, welche stellenweise an dessen Auswüchsen sehr fest halten. Diese Zellen scheinen später als Bestandteile des Plasmodiums aufzutreten. Auf diesem Schnitte ist zu sehen, dass der ausserordentlich dicke Kern des Plasmodiums sich kariokynetisch teilt. Die zwei anderen Schnitte stellen das in der Leibeshöhle ausserhalb der Kapsel freiliegende Plasmodium dar. Hier sehen wir eine mannigfache Verflechtung verschiedenartiger protoplasmatischer Strömungen, welche ein eigenartiges, von allen Seiten geschlossenes Plasmodium bilden. Freie, von dem Plasmodium abwärts wachsende Pseudopodien mit kegelförmigen Endungen, wie wir sie auf dem ersten Schnitte sehen, werden hier nicht angetroffen, sondern nur ein unregelmässig abgeschlossenes Netz aus Protoplasmaströmungen verschiedener Stärke. An der Spitze des Plasmodiumkegels erblicken wir eine kompakte Protoplasmamasse, deren verschiedene Strömungen sich noch nicht in selbständige Netzstämme geteilt haben, wie wir sie in den proximalen Plasmodiumstrecken sehen.

Auf einigen der durch das Plasmodium geführten Schnitte waren mehrere Kerne zu finden, auf anderen nur ein Kern auf einem jeden; allenfalls war die Anzahl derselben verhältnissmässig unbedeutend, aber an vielen konnte eine kariokynetische Teilung wahrgenommen werden.

Durch seine mächtige Plasma zeichnet sich das in die Leibeshöhle eingedrungene Plasmodium unter allen von mir beobachteten x-Zellen aus. Zugleich zeugt seine Lage, ebenso wie seine Färbung und Struktur mit Sicherheit dafür, dass wir es in diesem Falle mit ausgefallenen und im Freien angewucherten x-Zellen zu tun haben.

### Entwickelung der x-Zellen.

Die embryonalen x-Zellen können an den verschiedensten Stellen des Laichballs erscheinen; doch treten sie stets als ein Produkt der Umbildung freier amöboïder Pigmentzellen, oder deren Gebilde des Ento-Ektodermgewebes auf (Fig. 40 und 50).

### Aeussere Ansicht der embryonalen x-Zellen.

Eine embryonale x-Zelle lässt sich schon sehr früh und leicht von anderen Pigmentzellen unterscheiden. Sehr früh beginnt sie schon an Grösse stark zuzunehmen, streckt feine, mesenhymatose Auswüchse aus und verliert endlich den grössten Teil ihres Pigments (Fig. 40, Zellen *b*, *d*.). Zugleich beginnt das Plasma einer solchen Zelle sich intensiver zu färben, als das der gewöhnlichen Pigmentzellen, und die ganze Zelle nimmt eine intensive graulich-grüne Schattierung an.

### Die ersten Entwickelungsstadien.

In den ersten Stadien der Entwickelung der embryonalen x-Zelle wird ihr Umfang nach und nach immer grösser, die Zelle migriert in die Gewebe, welche das Ento-Ektoderm, oder die Anhäufungen von Pigmentzellen umringen, wo sie erschien. Bei dem Ausfall aus diesen Geweben nimmt sie eine kugelige Form an, wie es Fig. 40 darstellt. In dem netzigen Zwischengewebe, oder in dem innern Raume der Blastula erleidet die embryonale x-Zelle die Umbildungen, welche ihr die Gestalt einer typischen x-Zelle geben.

Diese Umbildungen können auf zweierlei Art geschehen: erstens durch die Inkapsulierung, wobei eine Anzahl komplizierter sekundärer Modifikationen stattfindet, und zweitens durch eine direkte Umbildung in x-Zellen.

### Die Entwickelung durch Inkapsulierung.

Wenn die Entwickelung diesen Weg geht, so fährt die embryonale Zelle fort an Umfang zuzunehmen und teilt sich anfangs gar nicht. Endlich wächst sie zu einem grossen kugeligen Körper an, welcher die übrigen Zellen ungefähr um 5—10 Mal übertrifft. Das Plasma einer solchen Zelle bekommt eine regelmässige feinkörnige Struktur und färbt sich graulich-grün. Der ziemlich dicke Kern liegt gewöhnlich in der Mitte der Zelle. Im Ganzen macht sie den Eindruck einer Eizelle, welcher noch dadurch erhöht wird, dass sich rings herum eine Kapsel aus Zwischengewebezellen bildet, welche dem Tekum der Follikeln des Ovariums gleicht.

### Erste Teilung der Zelle.

Die erste Teilung der Zelle geschieht auf ganz ungewöhnliche Weise. Die Hülle des Kernes lösst sich auf und die Chromatinsubstanz fällt in Form von freien Chromatinfäden in das Plasma einer solchen Zelle, wo sie sich nach und nach zerstreut (Fig. 41 *a*). In diesem Stadium sehen wir eine Anzahl einzelner freier Chromatinfäden, welche auf das mannigfachste geschlängelt in dem Protoplasma der Zelle schwimmen; darauf gehen diese Fäden auseinander, ein jeder bläht sich auf, bekommt eine Hülle und wird zu einem Tochterkerne der embryonalen x-Zelle (Fig. 42).

Auf die Teilung des Kernes folgt diejenige des Protoplasmas, doch scheint diese Teilung niemals vollständig zu sein, und zwischen allen Tochterzellen bleiben Plasmabrücken erhalten, welche dieselben zu einem einzigen gemeinsamen Plasmodium vereinigen.

### Weitere Teilungen der x-Zellen.

Die weiteren Teilungen der x-Tochterzellen geschehen wie gewöhnlich, und ihre Kerne erfahren die übliche kariokynetische Teilung.

### Umbildung der Tochterzellen in x-Zellen.

Auf die Teilung der Mutterzelle folgt ein energisches Wachstum der embryonalen Kapsel, deren Umfang nach und nach um mehrere Male zunimmt. Zugleich beginnen die Elemente des Kerns, welche anfangs in dem Knäuel der Tochterzellen vorherrschten, zurückzutre-

ten, das Plasma bekommt die Oberhand, und die Kapsel ähnelt dem, was wir vor der ersten Teilung sahen; der Unterschied liegt nur darin, dass wir in einer derartigen Kapsel zahlreiche Kerne antreffen, und dass der Umfang des Ganzen bedeutender ist. Endlich beginnt das Plasma durchsichtig zu werden und eine lebhaftgrüne Färbung anzunehmen, wobei in der Kapsel Anzeichen von dem Vorhandensein eines verworrenen Faserknäuels auftreten (Fig. 43). Später wird die Kapsel noch grösser, und es beginnt sich in derselben eine farblose früher schon erwähnte Flüssigkeit auszuteilen. Infolge der Erweiterung der Kapsel beginnen die Tochterzellen auseinanderzugehen und es entstehen zwischen denselben lichte Räume, welche die Zellenform gut unterscheiden lassen. In diesem Stadium erscheinen die x-Zellen (Fig. 44) als unregelmässige amöboïdenartige Zellen mit dicken zylinderförmigen, häufig in dichte Spiralen gewundenen Auswüchsen (Fig. 44). Diese Auswüchse scheinen eine Umhüllung zu haben, denn sogar in den freien Zwischenräumen, wo keinerlei Faktoren vorhanden sind, welche die dichten Spiralwindungen hätten zusammendrücken können, winden sich dieselben nicht los. In diesen Stadien wird stets eine grosse Anzahl Auswüchse gemerkt, welche die Tochterzellen miteinander verbinden (z. B. *c* auf Fig. 44).

Interessant ist der Umstand, dass in diesen Stadien gewöhnlich das Pigment in Form von Körnern mit scharfen Umrissen wieder hervortritt.

Die weiteren Veränderungen bieten kein besonderes Interesse und bestehen darin, dass mit dem Anwuchse der Kapsel die Lumen immer mehr und mehr zunehmen. Zugleich werden die Auswüchse immer deutlicher, feiner und die auf Fig. 44 dargestellten dichten Spiralen beginnen sich loszuwinden; dabei lässt sich auch das Vorhandensein der Hülle merken, welche in den früheren Stadien die zylinderartig gewundenen Auswüchse zusammenhielt, jetzt aber in Form von Membranfetzen erscheint, welche dieselbe grüne Färbung annehmen, wie die x-Zellen selbst.

### Direkte Entwickelung der x-Zellen.

Bei direkter Entwickelung runden sich die embryonalen x-Zellen zu einer Kugelform aus; das starke Anwachsen und die Bildung eines körnigen Plasmas, welche, wie wir in dem erstbeschriebenen Falle sahen, der Teilung des Kernes in Chromotinfäden vorausgeht, findet hier nicht statt; entweder setzen die Zellen ihre kariokynetische Teilung fort, oder sie gehen direkt zu der Bildung typischer x-Zellen über.

Die Entwickelung solcher Zellen, welche in den weiten Alveolen des Zwischengewebes, oder in dem inneren Raume der Kapseln sich einzeln (isoliert) umbilden, ist besonders lehrreich, da alle Phasen der Umgestaltung der x-Zellen dabei weit vollständiger verfolgt werden könnnen.

Wenn wir die direkte Umbildung der embryonalen x-Zellen und die eigenartigen, obenbeschriebenen Formen der erwachsenen x-Zellen betrachten, so ersehen wir, dass die Bildung der Auswüchse in der Tat in einer spezifischen Hülle stattfindet. Wir sehen hier öfters kugelförmige embryonale x-Zellen, durch deren Hülle Faserknäuel durchscheinen (Fig. 51), welche leicht als die uns schon bekannten Auswüchse der x-Zellen zu erkennen sind. Zuweilen erscheint diese Hülle schlaffer, und dann treten die Fasern des Knauels an der Oberfläche als Kanten hervor. Derartige Zellen werden besonders häufig dort angetroffen, wo die embryonalen x-Zellen bei ihrer Umbildung in die primitiven, von schon erwachsenen x-Zellen angefüllten Kapseln eindringen. Nach der Bildung der Faserknäuel in der Zellenhülle, bricht die letztere durch, und es treten alle die Erscheinungen auf, welche in dem Grundprozesse stattfanden, bis an das Auflösen der Hüllenreste, welche anfangs an den Auswüchsen der Zellen haften bleiben.

Die direkte Entwickelung ist für solche x-Zellen charakteristisch, welche schon ausgebildete primitive Kapseln anfüllen.

### Das Anfüllen der primitiven Kapseln mit x-Zellen.

In einer jeden primitiven Kapsel, welche schon ausgebildete x-Zellen enthält, wird eine gewisse Anzahl solcher getroffen, die sich noch in den Stadien der Ausbildung befinden. In diesem Falle sehen wir stets, dass durch die Wandungen in die Kapsel amöbenartige Pigmentzellen eindringen und in derselben alle Entwickelungsphasen der x-Zellen durchmachen (Fig. 44, 42 u. s. w.). Es sind typische amöboïde Pigmentzellen, welche das Entodermgewebe des Laichballs bilden; in der Kapsel bilden sie sich direkt in x-Zellen um und ergänzen den Inhalt der Kapseln durch neue Plasmodien. Die Teilung der Kerne typischer Zellen veranlasst nur eine Anwucherung der Plasmodien, das Eindringen dieser freien Zellen erzeugt dagegen neue Plasmodien in den Kapseln.

Solche Zellen bilden sich manchmal um, ehe sie in die Kapsel eingedrungen sind, und in diesem Falle verläuft die isolierte Umbildung der embryonalen x-Zellen besonders klar und ist höchst interessant; aus diesen Zellen entstehen die schon erwähnten isolierten x-Zellen, welche zuweilen in verschiedenen Geweben des Laichballs angetroffen werden.

### Ideale Struktur der x-Zellen.

Die eben beschriebenen Erscheinungen lassen die wahre Struktur der x-Zellen einigermassen wiederherstellen. Das Erscheinen an den x-Zellen von Auswüchsen mit einer Hülle, deren Färbung dieselbe ist, wie diejenige des Plasmas dieser Zellen und der Umstand, dass diese Hülle manchmal einer einzigen Zelle entspricht (wie z. B. auf Fig. 51) und manchmal mehreren, wie es bei der Ausbildung durch Einkapsulieren beobachtet werden kann, deuten darauf, dass hier die ursprüngliche morphologische Struktur einen hohlen kugelförmigen, von einer Protoplasma bedeckten Körper aufweist; das letztere färbt sich ebenso, wie der Leib der Zelle. In den Wandungen eines solchen Körpers liegen (Fig. 7) die x-Zellen mit ihren Auswüchsen, welche eine Art Gerüst bilden.

Wenn die Hülle unverletzt bleibt, so ordnen sich die Auswüchse an ihrer Peripherie und bekommen demzufolge öfters eine schlingenartige Form. Ein derartiger Körper wird meistens durch die anliegenden Gewebe stark zusammengepresst, wie es an den inkapsulierten und dadurch deformierten x-Zellen zu sehen ist; unter dem Drucke der wuchernden obenerwähnten Auswüchse reckt er sich zum Teil aus, wie es an den spiralartig gewundenen Auswüchsen (Fig. 44) ersehen werden kann. Endlich platzt die Hülle infolge des Andrangs der Auswüchse und bleibt anfangs an dem Gerüste der x-Zellenauswüchse in Fetzen hängen. Der Druck der innen eingeschlossenen Flüssigkeit, welcher die Hülle spannte, gibt zugleich nach, und letztere fällt zusammen, wodurch die Auswüchse der x-Zellen in Form von Kanten hervortreten.

Der Umstand, dass die Form dieser Körper wirklich durch den inneren Druck der in denselben befindlichen Flüssigkeit bedingt wird, kann daraus ersehen werden, dass die Wandungen solcher Körper zusammenfallen, wenn die Entwickelung derselben in der Flüssigkeit innerhalb der primitiven Kapseln vorgeht. In vorliegendem Falle ist der innere Druck dem äusseren gleich, und die Wandungen der Körper fallen zusammen.

Wenn die letzten Reste der Hüllen endlich ganz aufgelöst sind, so bleibt nur das Gerüst eines solchen Körpers erhalten, welches aus den Auswüchsen seiner Zellen angebaut ist und das schon mehrfach erwähnte Plasmodium bildet, oder eine einzelne x-Zelle mit ihren Auswüchsen; das letztere geschieht in dem Falle, wenn der kugelförmige Körper nur eine einzige Zelle enthält. Unter günstigen Verhältnissen kann sich diese einzelne Zelle natürlich auch ihrerseits zu einem komplizierten Plasmodium ausbilden.

### Weiteres Schicksal der x-Zellen.

Das weitere Schicksal dieser Zellen ist mir vollständig unbekannt geblieben. Manchmal habe ich zwar zerrissene Kapseln ohne Inhalt angetroffen, doch war in solchen Fällen die ganze Kolonie dem Untergange nah, weshalb ich diesen Umstand keineswegs als einen normalen Ausfall der x-Zellen bei dem Parasitismus der Laichbälle betrachten kann.

In einem Falle konnte ich diese Erscheinung an einem lebenstätigen Ball beobachten; das Plasmodium der x-Zellen hatte sich teilweise in die Leibeshöhle ausgegossen; es war nicht allein lebenstätig, sondern noch verhältnissmässig stark angewuchert. Zum teil war es aber innerhalb des Laichballs geblieben, und es war gerade dieser Teil, wo die amöboïden Auswüchse sich entwickelt hatten und in das Mesenchym eindrangen. Ein Teil der Mesenhymzellen war mit dem Plasmodium dicht zusammengeflossen. Ob in diesem Falle ein Anschliessen junger Zellen an das Plasmodium standfand, oder ob diese Zellen dem letzteren nur als Nahrung dienten, konnte nicht festgestellt werden, meines Erachtens ist die erste Annahme richtiger. Der letzte Fall lässt vermuten, dass auch in dem ersten derselbe Vorgang des Ausfalls hat stattfinden können und dass die Plasmodien der x-Zellen als selbständige Tochterindividuen des Laichballs in den Körper des Erwachsenen übersiedelt sein könnten.

### Bedeutung der x-Zellen.

Die Bedeutung der x-Zellen ist schwer zu ergründen. Es kann nur mit Bestimmtheit anerkannt werden, dass die Entwickelung derselben als die Bildung neuer, selbständiger Individuen betrachtet werden muss und durchaus nicht als die Bildung irgend eines Gewebes, eines Bestandteils der parasitären Laichbälle angesehen werden darf.

Das Auftreten der Grundform der x-Zellen als inkapsulierter, von dem ganzen Organismus isolierter Plasmodien, die Möglichkeit einer unabhängigen Existenz dieser Plasmodien im Falle eines Durchbruchs der Kapsel, was durch das angeführte Beispiel der Wucherung des Plasmodiums in der Leibeshöhle bezeugt werden kann und die eigentümlichen Prozesse, welche bei der Entwickelung der x-Zellen auf dem Wege der Inkapsulierung vorkommen,— alles dieses zeugt genügend dafür, dass die Bildung dieser Zellen als die Entwickelung einer sekundären parasitären Generation erscheint, welche die morphologischen, für die in einem Indiwiduume ihrer eigenen Art parasitierenden Laichbälle des Pelobates charakteristischen Eigenheiten schon in weit deutlicherer Form aufweist.

Noch schwieriger ist die Beurteilung des Unterschieds, welcher zwischen beiden Arten der Ausbildung dieser Zellen liegt, nämlich zwischen der direkten und undirekten. Ob die letztere Art die Bedeutung einer sexualen Vermehrung haben kann, worauf die eigenartigen Modifikationen der Mutterzelle deuten, oder ob sie vielleicht nur eine Vermehrung durch Sporenbildung vorstellt, welcher die individuelle Entwickelung der x-Zellen durch die gleichzeitige Zerteilung des Kerns in eine Menge Tochterkerne ähnelt, diese Fragen können nicht eher beantwortet werden, als bis der Versuch veranstaltet sein wird, das Plasmodium der x-Zellen künstlich zu kultivieren, um die Vermehrung derselben studieren zu können.

---

## KAPITEL VII.

### Beziehungen der Laichbälle zu den Geweben des Wirten und Ernährungsprozess der Ersteren.

Nach dem Schwinden des Dotters wird der Laichball zu einem typischen Parasiten des Erwachsenen, in dessen Leib er eingepflanzt ist, und lebt auf seine Kosten. Dabei nimmt er dem Wirten eine so grosse Quantität von Energie ab, dass die Frösche nicht länger als vier—fünf Monate leben können. Die Mittel, durch welche dieser Ernährungsprocess zustande gebracht wird, sind höchst interessant.

### Parasitismus auf Kosten des Bluts.

In dem Parasitismus auf Kosten des Bluts müssen zwei Fälle streng unterschieden werden. In dem ersten tritt ein einfacher Blutwechsel auf, als wäre der Laichball ein Organ des Individuums, in welchem er lebt; in dem zweiten sehen wir einen Zerfall der geformten Blutelemente, welche von den Zellen des Laichballs verschlungen werden.

### Parasitismus auf Kosten des Blutwechsels.

Bei der Ernährung auf Kosten des Blutwechsels treten an den Ball Gefässe heran, welche eine Anzahl in denselben eindringende Kapillare bilden. Die letzteren (Fig. 31) sind in Blochmann'scher Färbung auch bei schwacher Vergrösserung (Fig. 13) gut su unterscheiden, da die roten Blutkugeln eine grellgelbe Farbe annehmen. Die Kapillare sind gewöhnlich von einer dünnen Zwischengewebewandung umgeben (Fig. 31); dieses Gewebe hat einen unbestimmten Charakter und zeichnet sich nur durch seine Farbung ab. Die Kapillare entstehen gewöhnlich sehr früh, und ein ziemlich weit ausgebildetes Kapillarnetz konnte zuweilen bei den Laichbällen schon im Stadium des Pigmentsynzytiums angetroffen werden.

Es muss besonders hervorgehoben werden, dass weder in dem Kapillarnetze selbst, noch in den Gefässen, welche dasselbe ausschicken eine Vermehrung von Leukozyten stattfindet; dieser Umstand ist insofern interessant, als bei dem Einbetten fremder Körper in die Organe gewöhnlich sehr bald darauf die Fagozytose eintritt, wie wir es an den direkt in die Gewebe der Pelobates eingenpflanzten Laichbällen gesehen haben. Das Vorhandensein einer verborgenen Fagozytose würde in vorliegendem Falle die Frage in höchstem Grade verwirren. Das Fehlen eines Zuströmens der Leukozyten lässt darauf schliessen, dass hier keine Fagozytose stattfindet und erleichtert das Studium der in den Geweben des Laichballs verlaufenden Histogenese.

In manchen Fällen wird das Netz sehr dicht, und der Laichball bekommt das Aussehen eines schwammigen Körpers. In solchen Stadien wird häufig eine verstärkte Infiltrierung der Gewebe von Lymphozyten beobachtet, wie es Fig. 10 und 27 darstellen.

Eine so starke Entwickelung des Kapillarnetzes wird gewöhnlich nur an solchen Laichbällen beobachtet, bei denen die Ausbildung des Zwischengewebes schon weit fortgeschritten ist. Die Ernährung auf Kosten des Blutwechsels scheint für die Laichbälle nicht sehr günstig zu sein, da dieselbe beinahe stets durch parasitäre Nebenprozesse begleitet wird, gewöhnlich eine energische Mimikry der Gewebe des Wirten veranlasst und die Bildung der x-Zellen vermindert.

Ein derartiger Laichball war es gerade, bei dem ich ein gänzliches Fehlen von x-Zellen konstatieren konnte.

### Parasitismus auf Kosten der deformierten Blutelemente.

#### 1) Parasitismus auf Kosten der roten Blutkugeln.

Diese Art von Parasitismus ist sehr verbreitet und begleitet gewöhnlich den Parasitismus auf Kosten des Blutwechsels. Ausser der normalen Strömung der Blutkugeln durch die Kapillare im Laichball wird noch beobachtet, dass ein Teil dieser Blutkugeln von den amöboïden Pigmentzellen aufgefangen und verschlungen wird. Demzufolge können in den Gefässen und Kapillaren, welche dem Laichball das Blut zuführen, stets stark pigmentierte und von roten Blutkugeln angefüllte amöboïde Zellen gefunden werden (Fig. 26).

Der Beweis dafür, dass die in vorliegenden Fällen angetroffenen Pigmentzellen nicht als eigenartig umgebildete Leukozyten, welche sich an Pigmentkörnern wohlgeffressen haben, zu betrachten sind, kann dadurch erracht werden, dass sie die roten Blutkugeln des Erwach-

senen höchst energisch anfallen, wobei sie keineswegs die dem Untergange nahen Blutkugeln verschlingen, sondern vollkommen gesunde, deren Kern noch ganz deutliche Umrisse hat und sich in Borax-Karmin scharf färbt.

Die Entstehung dieser Pigmentzellen auf Kosten der Zellen des Laichballs wird noch dadurch bekräftigt, dass dieselben in den Gefässen des Erwachsenen ausschliesslich in der Nähe des parasitieren Laichballs angetroffen werden und selbst hier nur im Falle einer energischen, von der Umgestaltung des Grundgewebes des Laichballs begleiteten Ausbildung des Kapillarnetzes. Es ist höchst wahrscheinlich, dass in derartigen Fällen eine Migration der Pigmentzellen stattfindet; aus den ungünstigen Lebensverhältnissen, welche durch die Umbildung des Laichballs in Zwischengewebe bedingt werden, migrieren diese Zellen in eine vorteilhaftere Umgebung—das Blut. Von grossem Interesse ist der Umstand, dass in den Fällen, wo die Laichbälle sich hauptsächlich von verschlungenen Blutkugeln ernähren, die vollkommenste Ausbildung derselben zu Kolonien und die vollständigste Entwickelung der typischen embryonalen Gewebe derselben stattfinden. Einen solchen Fall stellt der Laichball auf den Fig. 16, 17 und 18 vor; hier bildet er eine Anzahl von Kammern, in welche sich eine Menge Blutkugeln drängen, welche sodann von den amöboïden Pigmentzellen gefressen werden. In dem vorliegenden Falle hat der Laichball drei Kammern; eine jede derselben ist von Blutkugeln in verschiedenen Stadien des Zerfalls angefüllt; in der einen sind sie beinahe gänzlich zerstört und es bleibt nur ein in unregelmässige Klumpen zusammengeklebtes Gerüst übrig; in der anderen—einer unabhängigen Knospe—sind die Kugeln auch schon stark verdaut, und es finden sich nur wenige Exemplare, welche noch Reste von Kernen enthalten; die dritte, endlich, befindet sich im Prozesse der Anfüllung, ein Teil der Kammer ist noch frei und enthält nur Blutlymphe.

Obgleich die Blutkugeln hier noch nicht die ganze Kammer anfüllen, ist ihr Zerfall schon in vollem Gange, und es werden Erythrozyten in den verschiedensten Stadien des Zerfalls angetroffen.

Im Zusammenhange mit den verschiedenen Bedingungen der Assimilation der Nahrung entwickeln sich in diesen drei Kammern auch verschiedene, die Blutkugeln zerstörende Zellen. Beginnen wir mit der letzten. In dieser Kammer, wo der Eintritt der roten Blutkugeln noch fortdauert, erscheinen sie als eine nicht sehr kompakte Masse; doch ist sie dichter, als der gewöhnliche Inhalt der Gefässe. Demzufolge ähneln die hier enthaltenen Zellen den Pigmentzellen, welche wir in den Blutgefässen in der Nähe des Laichballs angetroffen haben (s. Fig. 26 und vrgl. mit Fig 30). Es sind grosse, gewöhnlich einkernige, fast immer stark pigmentierte amöboïde Zellen. Das Pigment tritt besonders hervor, wenn die Zellen, oder deren Teile, durch irgend eine Ursache in kleine Klumpen gepresst erscheinen. Dort hingegen, wo es die Verhältnisse gestatten, dass die Zelle lange Pseudopodien ausschickt, oder sich in die Länge zieht und eine grosse Fläche einnimmt, dort ist die Pigmentierung schwächer, da keine dichten Anhäufungen von Pigmentkörnern, sondern die letzteren nur vereinzelt, in den Plasmaströmungen verstreut, vorkommen. Durch die Untersuchung der Kammern konnte leicht festgestellt werden, dass die amöboïden Zellen die Wandungen derselben leer verlassen und von roten Blutkugeln angefüllt zurückkehren (Fig. 30). In verschiedenen Strecken dieser Wandungen konnten die mannigfachsten Uebergänge dieses Prozesses wahrgenommen werden. Im Innern der Kammer sind alle amöboïde Zellen von roten Blutkugeln in verschiedenen Stadien des Zerfalls ganz dicht angefüllt. Es sind rote Blutkugeln zu sehen, welche offenbar erst eben von den Zellen ergriffen worden sind und deren Kern seine regelmässige Form noch beibehält, scharf abgegrenzt und intensiv gefärbt ist (Fig. 30, *c*). Das Plasma der amöboïden Zellen umringt solche Körper nur als dünne Schicht und ist kaum zu merken. Dasselbe kann nur an den Pigmentkörnern erkannt werden, welche auf sein Vorhandensein deuten. Ferner sehen wir Körper mit schon angeschwollenem, aber noch nicht deformirtem Kern (Fig. 30, *d*). Bei anderen sehen wir endlich, dass die Hülle des Kerns schon aufgelöst ist, und die Substanz desselben dem ganzen Körper eine rotorangene Färbung verleiht. Noch andere haben selbst diese

Färbung schon eingebüsst, und der kernlose Körper verliert nach und nach auch seine Form: anstatt einer grellgelben bekommt er eine blassgrünlich gelbe Farbe und eine unregelmässige Form (*f*). Stellenweise werden in dieser Kammer noch freie rote Körper angetroffen.

In den zwei anderen Kammern haben es die amöboïden Zellen mit einem schon halbverdauten Material zu tun, und zwischen den in Klumpen zusammengeklebten Blutkugeln werden hier vereinzelte, ganz eigenartig geformte Pigmentzellen angetroffen, welche die Zerstörung der Erythrozyten zu Ende führen. Es sind die spinngewebeartigen, schon erwähnten Zellen (Fig. 35). Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu vermuten, dass die Aufgabe dieser Zellen in der Auflösung der letzten Reste der Blutkugeln besteht. Dafür zeugt der Umstand, dass stellenweise, dort nämlich, wo die letzten Ueberbleibsel dieser Klumpen verschwinden, grosse Pigmentzellen mit weiten Vakuolen auftreten (Fig. 28).

Der Charakter dieser Zellen im Allgemeinen weist darauf, dass an solchen Stellen ein entgegengesetzter Prozess stattfindet, nämlich, eine Umbildung von Spinngewebezellen in gewöhnliche, amöboïdenartige. Die Ernährung auf Kosten der roten Blutkugeln scheint für die Existenz der Laichbälle sehr vorteilhaft zu sein und hat gewöhnlich eine höchst energische Lebenstätigkeit derselben zur Folge. Letzteres lässt sich an der Bildung von embryonalen Geweben und an einer energischen Entwickeluug von x-Zellenkapseln erkennen, welche in allen Stadien der Ausbildung angetroffen werden.

### Parasitismus auf Kosten anderer geformten Blutelemente.

Einen Parasitismus auf Kosten anderer geformten Blutelemente, im eigentlichen Sinne des Wortes, habe ich nicht wahrgenommen. Dagegen sah ich eine sehr geringe Anzahl von Leukozyten in der nächsten Umgebung der Laichbälle, wobei die Einwirkung vielmehr negativ war. Nur in einem einzigen Falle konnte ich (Fig. 28) die gleichzeitige Anwesenheit von Leukozyten und amöboïden Pigmentzellen in demselben Blutgefäss konstatieren: es hatten sich mehrere Leukozyten an die Zelle ringsum fest angeschlossen, was auf einen Antagonismus der beiden weisen dürfte.

Eine indifferente uud sogar eine abstossende Einwirkung der parasitären Laichbälle auf die Leukozyten erhellt aus dem Zustande, in welchem ich in einem Falle eine halbabgestorbene Kolonie antraf. Obgleich der grösste Teil derselben (Fig. 11) schon abgestorben war, konnte keine Spur eines Andrangs von Leukozyten gemerkt werden. Die geringen Lebensreste genügten, um die Fagozytose dieser Kolonie fern zu halten.

Dieser Umstand ist besonders bemerkenswert, da bei dem Untergange der in die Gewebe direkt eingepflanzten Laichbälle die Fagozytose stets sofort eintrat. Eine entgegengesetzte Wirkung üben die Laichbälle auf die Lymphkörper, welche zuweilen in grosser Menge in der Nähe der Laichbälle sich ansammeln und in einigen, zwar seltenen Fällen die Gewebe derselben infiltrieren. Ein derartiger Fall ist auf Fig. 10 und 27 dargestellt, wo eine grosse Zahl von Lymphkörpern in der Verflechtung der Kapillare zu sehen ist.

In dieser Hinsicht ist auch ein anderer, auf der Harnblase parasitierender Laichball höchst interessant (Fig. 12); die Lymphe, welche ihn bespült, ist an Lymphkörpern sehr reich, doch tritt dieser Reichtum an geformten Lymphelementen in der Nähe des Laichballs nur als einzelner Fall auf. Ich bin geneigt anzunehmen, dass bei der Operation die Hülle dieses Balls nicht vollständig beseitigt worden ist, was den Anstoss zu einer so ungewöhnlichen Erscheinung geben konnte.

### Parasitismus auf Kosten anderer Gewebe.

#### 1) Parasitismus auf Kosten des Muskelgewebes.

Den Parasitismus auf Kosten des Muskelgewebes konnte ich nur in einem Falle beobachten, nämlich bei einem Laichball, welcher an einen Arterialstamm angewachsen war; der

letztere schickte ganz normal eine Anzahl von Kapillaren aus, welche die Gewebe des Balls nährten. Neben dieser Haupternährungsweise konnte noch eine höchst interessante Einwirkung der amöboïden Zellen auf das glatte Muskelgewebe der Wandung dieses Gefässes wahrgenommen werden. Diese Wandung, welche in normalem Zustande fein und fest zu sein pflegt, ist, wie es Fig. 32 zeigt, an den Stellen, auf welche die Zellen des Laichballs einwirken, stark angequollen, in einzelne Fasern zersplittert und hat die Lebhaftigkeit ihrer Färbung eingebüsst. Zwischen den einzelnen Fasern sind hier eingedrungene amöboïde Zellen zu sehen, welche in verschiedenen Schichten der Wandung liegen. Die Pigmentzellen haben eine schmale, ausgereckte Form, sind reichlich mit Pigment versehen, behalten jedoch in den Hauptzügen ihr gewöhnliches Aussehen. Es ist höchst schwer zu entscheiden, ob das Muskelgewebe mazeriert wird, um das Eindringen der Zellen in das Innere des Gefässes zu ermöglichen, oder ob eine wirkliche Verdauung des Muskelgewebes stattfindet.

### 2) Parasitismus auf Kosten des lymphoïden Gewebes.

Ich habe die Gelegenhait gehabt mehrmals den Parasitismus der Laichbälle auf Kosten des in dem Mesenterium stark entwickelten lymphoïden Gewebes zu beobachten. In solchen Fällen (Fig. 19, 20) war das lymphoïde Gewebe dicht um den Ball herumgewachsen, doch war ein Eindringen von Lymphkörnern in denselben nicht zu merken. Die Laichbälle befanden sich in voller Lebenstätigkeit und waren von x-Zellenkapseln buchstäblich vollgestopft.

### 3) Parasitismus auf Kosten des Lebergewebes.

Einen der interessantesten Momente im Parasitismus der Laichbälle bildet ihr Leben auf dem Lebergewebe. Leider konnte ich, wegen der relativen Seltenheit dieser Erscheinung (zwei Fälle) das Wesen und den Verlauf der dabei stattfindenden Prozesse nicht eingehend aufklären.

Unter der Einwirkung des Laichballs scheint eine Wucherung des Lebergewebes zu entstehen, worauf die von der Umbildung dieses Gewebes begleiteten Karyokinesen der Kerne schliessen lassen. So weit ich beobachten konnte, entsteht bei der Wucherung des Lebergewebes eine Vermischung desselben mit den Geweben des Laichballs, welche sich in das Lebergewebe einkeilen und allmälig eine vollständige Degeneration desselben veranlassen.

Derartige degenerierende Zellen der Leber kommen auch in solchen Schichten dieses Organs vor, welche von dem Laichball ziemlich weit abstehen; doch je näher sie demselben liegen, desto tiefere Degenerationsstadien weisen sie auf, in dem Stroma des Laichballs selbst (Fig. 25) sind die Leberzellen gänzlich deformiert, sie büssen ihre typische Farbe ein und zerfallen nach und nach (Fig. 33).

Die Untersuchung der durch den Parasitismus in dem Lebergewebe veranlassten Modifikationen wird noch durch den Umstand erschwert, dass in der Leber der Pelobates ganze Agglomerationen von Pigmentzellen angetroffen werden, welche solchen Zellen des Laichballs ähneln (Fig. 8 und 25). In den von dem Laichball weiter gelegenen Teilen der Leber befanden sich diese Zellen in ruhendem Zustande, in der Umgebung des Laichballs entfalteten sie dagegen eine energische Tätigkeit und veranlassten in den anliegenden Strecken einen scharf ausgeprägten Zerfall der Lebergewebe.

In den Vakuolen, welche sich in der Mitte solcher Agglomerationen gebildet hatten, lagen Reste von Leberzellen, welche sich im Stadium der Degeneration befanden, und dieses Bild hatte eine grosse Aehnlichkeit mit demjenigen des Laichballgewebes.

Der einzige Fall, wo die Tätigkeit der Pigmentzellen des erwachsenen Organismus und diejenige des parasitären Laichballs analog waren, betrifft die Pigmentzellen der Leber. Es dürften wohl latente embryonale Zellen sein, welche seitens des Laichballs einen Anstoss zu der Entwickelung ihrer Tätigkeit bekommen; zum Teile können es aber auch vielleicht durch

das Pfortadersystem der Leber in dieselbe eingedrungene Produkte des Laichballs sein. Jedenfalls ist die Analogie ihrer Tätigkeit höchst interessant. Ein Verschlingen der roten Blutkugeln seitens dieser Zellen ist mir in den Kapillaren nicht vorgekommen, doch sind die Vorgänge, welche in der Leber stattfinden, allenfalls von grossem Interesse und müssten das Objekt einer speziellen Untersuchung bilden. Dadurch würde es vielleicht gelingen der Frage bezüglich der latenten embryonalen Zellen eine positive Grundlage zu verschaffen.

### Parasitismus auf Kosten der Lymphe der Leibeshöhle.

In manchen Fällen schienen die Laichbälle gar keine direkte Verbindung mit den Geweben des Erwachsenen zu haben. Der einzige Zusammenhang derselben bestand aus feinen Zwischengewebebündeln, welche den Laichball in seiner Lage festhielten (Fig. 14 und 15) und durchaus nicht in der Rolle eines Nährapparats auftreten konnten.

In den Wandungen solcher Zellen werden zwar auch manchmal Kapillare angetroffen, wie es Fig. 14 und 15 darstellen, doch zeichnen sich diese Kapillare dadurch aus, dass zwischen denselben und den Gefässen keine direkte Verbindung wahrzunehmen ist, und dass sie stets blind in dem Laichball enden. Dieser Umstand muss nicht verwundern, da selbst an den auf Fig. 16, 17 und 18 dargestellten und von Erythrozyten dicht angefüllten Laichbällen keine direkte Verbindung der Bluträume mit den Gefässen des Erwachsenen nachgewiesen werden kann.

Es bleibt also kein anderer Ausweg, als den Parasitismus solcher Zellen durch die Voraussetzung zu erklären, dass sie ihre Nahrung aus der Lymphe der Leibeshöhle bekommen. Die unter solchen Lebensverhältnissen angetroffenen Laichbälle waren zwar klein, doch war ihre Lebensfähigkeit nicht abgeschwächt, und die Bildung der x-Zellenkapseln ging sehr energisch vor.

### Parasitismus der x-Zellen.

Den Parasitismus des Plasmodiums der x-Zellen, als eines selbständigen Individuums habe ich nur in einem einzigen Falle gemerkt, und zwar bei dem schon erwähnten Ausfluss in die Leibeshöhle.

Dabei blieb das Plasmodium mit seinem einen Teil in der Kapsel liegen, wo seine Pseudopodien konzentriert waren; der andere Teil hing frei in der Leibeshöhle. In diesem Teil war das ganze Plasma in massive Ströme angesammelt, und bildete keine einzelnen Pseudopodien gleich dem des ersten Teils. Zugleich hatte das Plasmodium gerade hier seine grösste Stärke erreicht, was auf eine günstige Einwirkung der Lymphe der Leibeshöhle auf die Existenz dieses Plasmodiums schliessen lässt.

### Einwirkung des Parasitismus auf das erwachsene Individuum.

Die obenangeführten Fälle erschöpfen alle Ereignisse des Parasitismus in Bezug der Ernährung des Laichballs und seiner Tochterindividuum, welche ich zu beobacbten Gelegenheit hatte. Höchst interessant ist auch die entgegengesetzte Frage in Betreff des Einflusses der parasitierenden Laichbälle auf den Organismus des Wirten.

Ein klarer Beweis der starken Einwirkung seitens der in Entwickelung stehenden Laichbälle auf das erwachsene Individuum wird schon dadurch geliefert, dass dieses nur kurze Zeit am Leben bleibt; überdies äussert sich diese Einwirkung noch durch eine Veränderung der biologischen Lebensverhältnisse. In normalem Zustande leben die Pelobates nach beendetem Laichen auf der Oberfläche der Erde und sogar unter derselben, die operierten konnten hingegen nur ausschliesslich im Wasser weiter leben. Auf einen feuchten Boden übertragen, starben sie nach einem bis zwei Tagen. In vorliegender Arbeit kann ich die betreffenden Vor-

gänge nicht ausführlich besprechen, da das Ansammeln des diesbezüglichen Materials zufällig geschah und letzteres höchst ungenügend ist, weshalb auch keine sicheren Schlüsse darauf begründet werden können. Ich will also nur einige Vorgänge erwähnen, welche ich gelegentlich des Studiums der vorliegenden Hauptfrage beobachten konnte.

Es muss erstens auf die zunehmende Pigmentierung einiger Gewebe hingewiesen werden; diese Erscheinung ist schon oben in Betreff der Leber erwähnt worden, wo die Anhäufungen von Pigmentzellen eine starke Ausbildung erreichen und in der Umgebung des Laichballs eine energische Tätigkeit entfalten. Ausser der Leber wird eine stärkere Pigmentierung auch in anderen Geweben angetroffen; besonders interessant ist sie an den gewöhnlich pigmentlosen Geweben des Herzens und der Samengefässe: es erscheinen jedoch in diesen Fällen gewöhnliche, denen des erwachsenen Individuums identische Pigmentzellen. Ausser dieser Erscheinung ist noch das Ausscheiden der Sekrete seitens des Laichballs zu erwähnen. Der Beweis dieses Prozesses liegt in den öfters im Laichball vorkommenden Vakuolen und sogar noch grösseren Räumen mit verschiedenem Inhalt; er besteht entweder aus einer farblosen, sich in gewöhnlichen Färbmaterialien nicht färbenden Substanz, oder aus Lymphe, welche in verschiedenen Fällen verschiedene Färbungen annimmt. So finden wir z. B. eine Lymphe, welche sich in Blochmann rot färbt (Kernfärbung) wie es an dem auf Fig. 5 dargestellten, beutelartigen Anhange des Laichballs zu sehen ist. Auf Fig. 14 ist die Lymphe in dem mittleren Raume des Laichballs blau gefärbt, und in der äusseren Kammer des Laichballs auf Fig. 17 sehen wir eine gleich der gewöhnlichen Blutlymphe grünlich gefärbte.

---

## KAPITEL VIII.

## Schicksal der unbefruchteten, reifen, aus den Follikeln nicht ausgefallenen Froscheier.

Gelegentlich vorliegender Arbeit habe ich zufällig auf das spätere Schicksal der unbefruchteten, reifen, aus den Follikeln nicht ausgefallenen Froscheier näher eingehen müssen. Das Vorhandensein solcher Eier ist schon längst festgestellt worden, und Angaben über dieselben befinden sich sogar in dem Lehrbuche von Vogt und Joung (Traité d'Anatomie comparée). Soviel mir bekannt, beschränkten sich die betreffenden Daten auf den Hinweis, dass solche Eier an Umfang stark abnehmen, dass ihr Dotter absorbirt wird, das Pigment aber nachbleibt und den Eiern eine tiefschwarze Färbung verleiht. In Wirklichkeit ist das Schicksal dieser Eier viel eigentümlicher und komplizierter.

Die Degeneration der unbefruchteten Eier gewann für mich noch ein besonderes Interesse durch den Umstand, dass bei diesem Prozesse Körper absorbiert werden, welche dieselbe Grösse und dieselbe Konsistenz (in Betreff der Fagozytose) haben, wie die eingepflanzten Laichbälle und sich in denselben Verhältnissen, d. h. in der Leibeshöhle befinden.

Ich hoffte demzufolge in denselben ein geeignetes Objekt für die Beurteilung der Vorgänge der Fagozytose in derartigen Körpern zu finden. Doch zeigte mir die Untersuchung, dass hier keine Fagozytose stattfindet, sondern nur eine parasitäre Existenz unbefruchteter Eier, welche ebenfalls eine Kolonie [1]), jedoch von einfacher Struktur bilden; unter dem Andrange der anliegenden Gewebe kommt diese Kolonie ziemlich bald um. Eine Woche nach dem Laichen werden schon die in den Follikeln nachgebliebenen Eier in Form von mehrzelligen Gebilden angetroffen; sie sehen in diesen Stadien wie kleine starkpigmentierte Kügelchen aus und sind in

---

[1]) Man kann vielleicht die Teilung des unbefruchteten Eies mit der parthenogenetischen Entwicklung des Frosches zusammenstellen.

dem Ovarium stellenweise zerstreut. Die Schnitte zeigen, dass solche Kügelchen aus grossen Pigmentzellen angebaut sind; diese haben regelmässige Umrisse, liegen dicht beisammen (Fig. 36) und sind von einander durch eine ganz regelmässige helle Linie abgegrenzt. Um diese Zeit werden keinerlei Lumen oder Vakuole in dem Froschei gemerkt, und es scheint nur einzig aus diesen dicht aneinanderliegenden eigenartigen Pigmentzellen angebaut zu sein. Die Eigentümlichkeit solcher Zellen liegt nicht allein in ihrer riesenhaften Grösse und regelmässigen Form, sondern auch in dem höchst geringen Umfange ihrer Kerne, welche in der Pigmentmasse der Zellen verschwinden; ungeachtet ihres kleinen Umfangs vermehren sich diese Kerne durch karyokinetische Teilung. Eine derartige Pigmentzellenkugel wird von einem Zwischengewebetekum umringt, welches ihre Hülle bildet.

Von ausserordentlichem Interesse ist der Vergleich eines solchen unbefruchteten Eies mit dem Synzytium des befruchteten, an dasselbe Ovarium angewachsenen Laichballs. Ein solches Synzytium ist auf Fig. 22 dargestellt. Obgleich die Lebensverhältnisse in beiden Fällen vollkommen identisch sind, offenbart sich ein auffallender Unterschied; der befruchtete Laichball behält ungefähr denselben Umfang, welchen er bei dem Einpflanzen hatte, denn die durch den Verbrauch des Dotters veranlasste Abnahme dieses Umfangs wird durch die Zunahme der Plasmamasse und durch die Bildung von Vakuolen reichlich ausgeglichen, weshalb der Laichball als morphologisches Ganze seinen früheren Umfang beibehält. Das unbefruchtete Ei, dagegen, vermindert sich während desselben Zeitraums um mehrere Mal und verwandelt sich in eine feste Kugel von ganz unbedeutender Grösse, da das Schwinden des Dotters durch die Vermehrung der Zellen nicht ausgeglichen wird.

Auf die Bildung von Pigmentzellen folgt bald der Degenerationsprozess dieser Zellen und das Verschlingen des Pigments seitens derselben. Das gewöhnlich bereits kleiner gewordene Ei wird bald darauf heller.

Die Schnitte zeigen ein verdünntes gelblichbraunes Pigment; zugleich haben die Zellen (Fig. 37) ihre frühere regelmässige Form eingebüsst, und es sind zwischen denselben unregelmässige, oft sehr umfangreiche Vakuole erschienen, die Kerne sind bedeutend angewachsen und haben allmälig einen im Verhältniss zu der Plasma normalen Umfang bekommen.

Die Degeneration der Pigmentzellen und die Verdauung des Pigments beeinflusst nicht die äussere Lebenstätigkeit der Zellen, und es findet wiederum eine karyokinetische Teilung derselben statt.

In späteren Stadien, wenn die äusseren Eigenheiten schon unmerklich sind, schwindet die selbständige Pigmentfärbung vollkommen. Die Schnitte durch derartige kleine Körper stellen in Blochmann'scher Färbung ein höchst eigenartiges Bild vor (Fig. 38).

In diesen Stadien verwandeln sich die früheren Pigmentzellen in normale mesenchymatose; ihre Kerne bekommen in den sich um dieselben ansammelnden Plasmaklumpen eine vorherrschende Bedeutung, und nur stellenweise bleiben einzelne erhalten, an welchen der primitive Typus noch besteht.

In diesem Stadium bleibt in allen Zellen eine grosse Anzahl aufgequollener grosser Pigmentkörner erhalten, welche ihre Färbung schon gänzlich eingebüsst haben und an den Schnitten als graugrüne Körperchen erscheinen. Da jetzt nicht mehr das Plasma, sondern die Pigmentkörner vorherrschen, so verleihen sie dem ganzen Schnitte den Grundton ihrer Färbung.

In dem letzten Stadium der Umbildung bleiben nur einzelne, weit auseinanderliegende Pigmentkörner nach, welche in Blochmann eine lebhaftgrüne Färbung bekommen (Fig. 39). Die Pigmentzellen verwandeln sich in diesem Stadium in typische mesenchymatose Zellen mit sehr grossen Kernen, welche eine energische karyokinetische Teilung erfahren. Das Plasma bleibt in den Zellen in Form von schmalen, unregelmässigen Auswüchsen, welche den Kern umgeben und ein eigenartiges loses Netz bilden. An manchen Stellen sind in dem Plasma eines solchen Netzes noch Reste von Pigmentkörnern zu sehen, welche sich durch eine lebhafte Färbung auszeichnen.

Es ist erwähnenswert, dass in diesem Stadium der ganze Körper oft nochmals an Umfang zunimmt. Dieses wiederholte Anwachsen wird ausschliesslich durch die Vermehrung der Zellen dieses Mesenchyms veranlasst und hat eine nur kurze Dauer, denn bald nach dem Schwinden der letzten Pigmentreste die Teilung der Mesenchymzellen eingestellt wird, und es das Absterben derselben beginnt; zugleich wächst auch das Zwischengewebe von dem Tekum aus und füllt nach und nach den Körper an (Fig. 39). Den Prozess beschliesst eine völlige Absorption der Zwischengewebeknoten, welche sich auf eben beschriebene Weise gebildet haben.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass in derartigen Fällen ein Anfüllen des ganzen Körpers von Zwischengewebe und die Ausbildung von Knäueln, wie sie bei den befruchteten parasitären Laichbällen angetroffen werden (z. B. auf dem Schnitte Fig. 10) niemals vorkam. Der Körper wurde von dem Zwischengewebe immer dichter und dichter umgeben, und in den Zellen dieser Umfassung waren bis auf den letzten Augenblick einzelne mesenchymatose Zellen von obenbeschriebenem Typus zu sehen. Das Schwinden eines solchen Körpers wurde durch eine allmälige Abnahme seines Umfangs, unter dem Andrange der ihn zusammenpressenden Hüllen, veranlasst. Eine Fagozytose fehlt also auch in diesem Falle, und das Schwinden eines unbefruchteten Eies geschieht infolge eines gegenseitigen Verschlingens seiner Zellen, welche einer selbständigen parasitären Existenz, gleich derjenigen befruchteter Laichbälle, unfähig sind.

Die Vermehrung der Zellen eines solchen unbefruchteten Eies kann nur so lange fortdauern, bis Nahrung in Form von Dotter, oder Pigment vorhanden ist, da das Ei nicht imstande ist seine Nahrung ausserhalb der Zelle zu beziehen.

Demzufolge verläuft die Verminderung des Umfangs der Zelle in energischem Tempo und bald schwindet sie vollends, wenn die letzten Pigmentkörnchen samt den Körpern der umgekommenen Zellen aufgezehrt sind.

Dieser Umstand gestattet es, eine prinzipielle Abgrenzung zwischen den befruchteten und den unbefruchteten Froscheiern festzustellen. Abgesehen von dem prinzipiellen Unterschiede, welchen die Zellen dieser beiden durch ihre verschiedene Wirkungsfähigkeit aufweisen, gibt uns vorliegender Fall eine höchst wertvolle Angabe, nämlich die, dass die ganze Masse der Pigmentzellen eines befruchteten Laichballs tatsächlich demselben ihre Bildung verdankt.

Der scharfe Unterschied zwischen der Form der Pigmentzellen befruchteter und unbefruchteter Eier bildet den sicheren Beweis eines verschiedenartigen Ursprungs der Pigmentzellen dieser beiden und zeugt auch dafür, dass diese Zellen tatsächlich Tochterzellen des in einem Falle befruchteten, in dem anderen unbefruchteten Eies sind. Denn, wollte man zulassen, dass die Pigmentzellen in diesen beiden Fällen als von aufgezehrten Pigmentkörnern angefüllte Leukozyten zu betrachten sind, so wäre der Unterschied zwischen der Struktur dieser Leukozyten in den befruchteten und derjenigen in den unbefruchteten Eiern ganz unerklärlich. Hat auch die Befruchtung eine ausserordentliche Bedeutung für die fernere Entwickelung der Eizelle, so kann sie dennoch die Formveränderung der Zellen, welche die abgestorbene Eizelle verzehren, durchaus nicht beeinflussen. In diesem Falle kann die Form der Leukozyten nur von dem verschlungenen Material abhängen; da dasselbe aber in beiden Fällen gleich ist, so kann der Unterschied zwischen den Pigmenttochterzellen des befruchteten und des unbefruchteten Eies und die Verschiedenheit ihres späteren Schicksals keineswegs auf dieses Material zurückgeführt werden.

Da der Umfang und der Bestand des verzehrten Objekts dieselben sind, so müsste auch die Form und das spätere Schicksal der Leukozyten — läge wirklich eine Fagozytosen vor — identisch seine.

Die wesentliche Ursache des Unterschieds, welcher in beiden angeführten Fällen zwischen den Pigmentzellen besteht, kann nur einzig dadurch erklärt werden, dass die Bildung der Tochterzellen in dem einen Falle auf Kosten der befruchteten Eizelle, in dem anderen auf Kosten der Teilung der unbefruchteten Eizelle zugelassen wird.

Dieses äusserst klare Bild, welches meine Grundthese vorzüglich illustriert und bestätigt, veranlasste mich die Degeneration der unbefruchteten Eier eingehender zu betrachten.

## KAPITEL IX.

## Schluss.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse meiner Experimente muss ich vor allem darauf hinweisen, dass der Umfang derselben in mancher Hinsicht unerwartet war und bei weitem die kühnsten Hoffnungen übertraf, zu denen ich mich auf Grund der These berechtigt glaubte, welche diesen Experimenten den ersten Anstoss gegeben hatte. Es kann deshalb eine ganze Reihe von Erscheinungen in Erwartung eines weiteren, speziellen Studiums derselben nur flüchtig erwähnt werden. Zu solchen gehören das zytologische Bild der ersten Teilungsstadien des Laichballs, das Schwinden des Dotters, die Einwirkung des Laichballs auf den Erwachsenen, die selbständige Existenz von Plasmodien in den x-Zellen, die Zerstreuung der amöboïden Zellen in dem Körper des Wirten, die latenten Embryonalzellen u. s. w.

Die durch diese Erscheinungen veranlassten Fragen entstanden leider erst bei dem Studium der Präparate parasitärer Laichbälle, d. h. zu einer Zeit, wo das Experiment selbst schon beendet war und alle Laichbälle bereits konserviert waren. Während des Experimentierens hatte ich kein eingerichtetes Laboratorium zur Verfügung und war deshalb gezwungen mich mit einer nur äusseren Untersuchung der Laichbälle zu begnügen. Ihre regelmässige Kugelform brachte mich zu der Ueberzeugung, dass sie ihre Lebenstätigkeit behalten hatten und in den ersten undifferenzierten Entwickelungsstadien angehalten worden waren. Dieser Umstand erweckte nun natürlich den Wunsch die endgültigen Beweise einer definitiven Hemmung der Entwickelung an diesem Strukturtypus zu erwarten, zu welchem Zwecke derselbe möglichst lange in diesem Zustande erhalten werden musste.

Da ich nicht wusste, dass das einförmige Aeussere meiner Froscheier so reichliche und komplizierte Vorgänge einschliesst, so waren alle meine Bemühungen darauf gerichtet, die operierten Pelobates möglichst lange am Leben zu erhalten.

Dieser, durch die Neuheit des Experiments veranlasste Umstand beraubte mich der Möglichkeit die betreffenden, höchst wichtigen Fragen aufzuklären.

In Betreff der Hauptfrage, ob das biogenetische Gesetz der Entwickelung als eines Resultats der anwachsenden Kraftspannung des Embryos sich bewährt, glaube ich positive Resultate erreicht zu haben, da die Entwickelung der Laichbälle nicht allein angehalten worden ist, was als eine Folge ungünstiger Einflüsse hätte angesehen werden können, sondern diese Laichbälle sich noch zu verschiedenartigen Organismen entfalteten. Die letzteren haben uns sogar eine eigenartige Generation von x-Zellen gegeben, welche, wie bereits erwähnt, vollständig unabhängige Töchterindividuen der parasitären Laichbälle vorstellen. Ein gewisses Bedenken könnte die Mimikry der Gewebe des Wirten seitens der anliegenden Gewebe des Laichballs erwecken; doch glaube ich, dass uns in diesem Falle nur ein stark ausgeprägtes Auftreten des schon im Anfange dieser Arbeit erwähnten qualitativen Faktors vorliegt.

Da die Zellen des zur Kolonie ausgebildeten Laichballs sich in denselben Umständen befanden, welche auf die Entwickelung des Zwischengewebes eines eben solchen Organismus einwirken, so unterlagen sie dem Einflusse derselben Faktoren. In den Fällen, wo die Umstände eine energische selbständige parasitäre Ernährung des Laichballs ausschliessen (z. B. bei dem Zerfall des Lebergewebes u. s. w.), nährt er sich ebenso, wie die Zellen der anliegenden Gewebe, steht unter der Einwirkung derselben Faktoren und verwandelt sich in solche Gewebe, welche bei den gegebenen Umständen im Organismus des Wirten sich entwickelt hätten.

Es folgt daraus, dass die vorliegenden Erscheinungen als Anzeichen des schon erwähnten qualitativen Faktors der Ontogenese betrachtet werden müssen. Für den Augenblick muss ich mich auf diese kurzen Bemerkungen beschränken, da eine eingehende Klärung dieser Fragen bis auf weitere Nachforschungen aufgeschoben werden muss.

Es ist also durch unsere Experimente eine positive Antwort auf die im Anfange vor-

liegender Arbeit gestellte Frage erbracht worden. Indem wir die Kraftspannung als Faktor eintreten lassen, können wir die Quantität der Merkmale eines Organismus beeinflussen, und wenn wir einen gewissen Organismus auf einer niederen Stufe seiner Kraftspannung anhalten, können wir ihn zwingen mit einer geringen Quantität von Anzeichen zu leben.

Die meisten der das erwachsene Individuum einer gewissen Art in den gegenwärtigen Verhältnissen charakterisierenden Merkmale bleiben in einem solchen Falle in latentem Zustande. Wenn wir die neue, auf diese Weise erhaltene biologische Form untersuchen, so finden wir, dass ihr die Merkmale fehlen, welche von ihren Vorfahren, laut der gegenwärtigen Meinung durch einen langen Evolutionsprozess erworben sein sollen.

Indem eine derartige Form im Zustande eines Organismus mit wenigen morphologischen Merkmalen verbleibt, büsst sie zugleich alle die Eigentümlichkeiten ein, welche sie als einzelne divergierende Form mit höchster Kraftspannung auszeichnen, z. B. mit derjenigen, welche gegenwärtig vorhanden ist.

Es folgt daraus, dass die gegenwärtige Form keineswegs als eine Totalsumme der Modifikationen der Eigenschaften eines primitiven Organismus auftritt, sondern nur als die Summe einer energischen Offenbarung der primitiven Eigenschaften desselben betrachtet werden muss. Bei geringer Kraftspannung bleibt ein Teil dieser Eigenschaften in latentem Zustande, bei erhöhter Kraftspannung treten sie aber vor, und zwar durch die Bildung neuer Merkmale, in denen sich das umringende Medium, in welchem sie entstanden, abspiegelt.

Auf Grund der Ergebnisse unseres Experiments sind wir berechtigt festzustellen, dass der Entwickelungsvorgang in einer Offenbarung latenter Merkmale besteht, oder richtiger *latenter Möglichkeiten der Ausbildung von Merkmalen*, und dass dieser Vorgang einen identischen, in der Evolution vorhanden gewesenen Prozess wiederholt.

Seinem Wesen nach drückt das biogenetische Gesetz die Tatsache aus, dass die Prozesse der individuellen Entwickelung eines Organismus auf dem mechanischen Gesetze beruhen, welches die Ausbildung von Merkmalen durch die Organismen betrifft, und nach welchem die Zahl der Merkmale eines gewissen Organismus der Kraftspannung desselben entspricht. Dieses Gesetz gilt für die Evolution einer Species, d. h. für die historische Modifikation der Formen einer Species, ebenso wie für die Evolution des Individuums, d. h. für die Reihenfolge von Modifikationen, welche ein Organismus in den verschiedenen Momenten seines individuellen Entwickelungslaufs erleidet.

Ganz unerwartet haben uns die Ergebnisse unserer Experimente zu den Fragen gebracht, welche die Existenz embryonaler Zellen in einem erwachsenen Individuum betreffen. Auf der Existenz latenter embryonaler Zellen in dem Erwachsenen sind bekanntlich mehrere biologische Theorien begründet, z. B. Weissmanns Erklärung der Regenerationstheorie und eine Anzahl von Theorien, welche pathologische Zustände der erwachsenen Organismen betreffen, wie z. B. die Theorie des Kanzers von Konheim, oder Kolmanns Theorie der latenten Zellen. In Ermangelung von Material für eine allseitige Klärung dieser Frage können wir nur einige flüchtige diesbezügliche Angaben darlegen, welche auf den von uns beobachteten Tatsachen direkt beruhen.

Es muss vor allem darauf hingewiesen werden, dass die Zellen der parasitären Laichbälle in zweierlei Arten eingeteilt werden können: in solche, welche eine allmälige Differenzierung erleiden und sich gewissermassen zu erwachsenen ausbilden und in Zellen, welche ihr embryonales Aeussere behalten. Zu den ersteren gehören diejenigen, welche unter der Einwirkung einer mimikrierenden Differenzierung des Laichballs sich zu Geweben ausbilden, oder die Zellen des Ekto- und Entoderms, die x-Zellen u. s. w. Die Zellen zweiter Art treten als selbständige amöboïde Pigmentzellen auf. Die Umbildung der ersteren kann ohne jede Einwirkung auf die zweiten geschehen (wie es z. B. Fig. 10 darstellt); diese behalten ihren primitiven embryonalen Charakter sogar in dem Falle, wenn die ersteren einen Grad der Differenzierung erreicht haben, welcher sie der Struktur eines Erwachsenen nahe bringt.

Es folgt daraus, dass die latenten embryonalen Zellen tatsächlich in einem erwachsenen Organismus als parasitäre, selbständige Individuen existieren können.

Derartige latente Zellen können nicht blos innerhalb des parasitären Laichballs vorkommen, sondern auch in dem Organismus des Wirten sich verbreiten und auf Kosten seiner Gewebe parasitieren (z. B. auf Kosten der geformten Blutelemente).

Es ist schon oben bereits die Vermutung ausgesprochen worden, dass die Pigmentzellen der Leber, wenn auch nur zum Teil, aus derartigen latenten Zellen aufgebaut sein könnten; teils könnten diese von dem primitiven Entwickelungsprozesse des Erwachsenen, und teils—von demjenigen der parasitären Laichbälle nachgeblieben sein; aus den Laichbällen könnten sie von dem zirkulierenden Blute durch das Pfortadersystem in die Leber eingetragen worden sein.

Diese Vermutung wird durch den Umstand bestätigt, dass die Pigmentzellen bei Pelobates die einzigen sind, welche den Charakter embryonaler Pigmentzellen [1]) beibehalten und dass sie aus dem Zustande der Ruhe, in welchem sie sich gewöhnlich in der Leber befinden, sehr leicht in eine aktive Form übergehen; letzteres wird durch das Anwachsen des parasitären Laichballs an die Leber veranlasst. In diesem Fälle ist das durch die aktive Tätigkeit diessr Zellen herbeigeführte Resultat demjenigen ganz identisch, welches durch die Wirkung der Pigmentzellen des Laichballs veranlasst wird.

Es muss auch der Umstand nicht ausser Acht gelassen werden, dass wir die Pigmentzellen des Laichballs in denselben zwei Phasen antreffen, wie auch diejenigen der Leber, d. h. als ruhende, kugelförmige und als aktive amöboïde Zellen. Diese Erscheinung bringt uns zu der von Kolmann aufgestellten Frage, was für eine morphologische Bedeutung die Pigmentzellen der Leber als latente embryonale Zellen wohl haben könnten. Die Aehnlichkeit der Zellen der Leber und derjenigen des Laichballs könnte vielleicht vermuten lassen, dass diese Zellen aus der Leber in den Laichball herüberkommen. Diese Frage kann mit Bestimmtheit negativ beantwortet werden. Die Pigmentzellen des Laichballs werden offenbar direkt durch denselben gebildet und dringen in den Laichball keineswegs aus dem Organismus des Wirten ein. Alle Daten bestätigen mit Sicherheit diesen Punkt, und es kann nichts dawider angeführt werden. Die Pigmentzellen der Leber verursachen durch ihr aktives Auftreten den Zerfall das Gewebes, in welchem sie leben, und die Anhäufungen solcher Zellen wirken auch als selbständige Zentren des Zerfalls des Lebergewebes, wenn der parasitäre Laichball die Degeneration dieses Gewebes herbeiführt. In solchen Fällen degeneriert und zerfällt das Lebergewebe nicht allein in der unmittelbaren Nähe des Laichballs, sondern auch in den selbständigen Anhäufungen von Pigmentzellen, welche in der Nähe der von dem Laichball beeinflussten Region liegen.

Das Vorhandensein dieser unabhängigen Degenerationshaufen veranlasste mich sogar anfangs dieselben als eingedrungene amöboïde, das Lebergewebe zerstörende Zellen des Laichballs anzusehen. Doch überzeugte mich eine genauere Untersuchung derselben von dem Umstande, dass wir es in diesem Fälle mit Pigmentzellen der Leber zu tun haben. Es kann also als festgestellt gelten, dass diese Zellen in der Leber Zerfallzentren bildeten, welche von dem Laichball ganz unabhängig waren und nur durch den Reiz seiner Anwesenheit beeinflusst wurden.

Auf die Bedeutung dieser Erscheinung werde ich jetzt nicht weiter eingehen; es sei nur bemerkt, dass sie Kolmanns Meinung einigermassen zu bestätigen scheint, da der angeführte Fall auf eine aktive Einwirkung der latenten Zellen mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen lässt. Diese Einwirkung offenbart sich durch die Vermehrung und einen aktiven Parasitismus (wie auch bei den embryonalen Zellen des Laichballs), ohne von einer Differenzierung in Gewebe höherer Ordnung begleitet zu werden.

---

[1]) Anmerkung. Die in dem Zwischengewebe vorkommenden Pigmentzellen unterscheiden sich durchaus von den embryonalen Pigmentzellen der Laichbälle, obgleich für die ersteren von Peremeschko auch das Bild einer typischen Fagozytose angeführt worden ist.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in dem Organismus der Pelobates, wo die auf Kosten des Erwachsenen parasitierenden Embryone auf einer ausserordentlich niederen morphologischen Entwickelungsstufe bleiben, die latenten Zellen als passive, unschädliche Teile des Individuums sein Lebenlang verbleiben werden, und dass ein ausserordentlich starker Anstoss nötig ist, um diese Zellen aus dem passiven in einen aktiven Parasitismus zu bringen.

Von unserem Standtpunkte aus müssen die höheren Vertebrate, welche eine grössere Anzahl von Merkmalen haben, auch eine grössere Kraftspannung besitzen; demzufolge muss der Anstoss, welcher die passiven latenten Zellen in einen aktiven parasitären Zustand versetzten kann, weit geringer, die Einwirkung dieses Parasitismus dagegen weit mächtiger sein.

Ich betrachte diesen Umstand ebenfalls als einen Hinweis auf die Abhängigkeit der Form und der Tätigkeit des Organismus von dessen Kraftspannung. Eine aktiv oder passiv parasitierende latente embryonale Zelle erscheint in einem gewissen Organismus als parasitäres Individuum, welches, infolge besonderer Lebensverhältnisse, das Minimum seiner morphologischen Differenzierung beibehält; diese Lebensverhältnisse begreifen auch eine absolute Isolierung des parasitären Individuums von denjenigen Bedingungen, bei welchen das Leben der gegebenen Art gegenwärtig verfliesst.

In dergleiche Lebensverhältnisse versetzt, gibt sich das parasitäre Individuum ausschliesslich der Ernährung und Vermehrung hin; die Differenzierung seiner Merkmale bleibt aber in latentem Zustande.

Wir sehen also abermals, dass die Form eines Organismus keineswegs als eine demselben speziell zugehörende Eigenschaft gelten kann, nach welcher ein gegebener Organismus unter allen möglichen Verhältnissen unterschieden werden kann; sie ist vielmehr das Merkmal des Organismus in einem gewissen physiologischen statu quo und existiert nur solange das letztere unverletzt bleibt.

Demzufolge kann das Ziel der Biologie keineswegs in der Erforschung der Formmodifikation als eines besonderen Prozesses liegen, wie es die Evolutionsdoktrin verlangt, indem sie diese Modifikation als einen Vorgang sui generi ansieht, in welchem die Veränderungen der dem Organismus angehörenden Eigenschaften ihren Ausdruck finden. Dieses Ziel kann nur die Erforschung der durch eine Reihenfolge von physiologischen Verhältnissen, in welche der Organismus versetzt wird, veranlassten Modifikationen der Form bilden.

Bei dem Studium dieser Erscheinungen müssen wir von dem Unterschiede ausgehen, welcher in den Reaktionen verschiedener Organismen auf die äusseren Faktoren, unter deren Einwirkung sie leben müssen, beobachtet wird.

Demzufolge muss die Entscheidung der Fragen in Betreff der Evolution der Organismen noch solange aufgeschoben werden, bis die Vorgänge der Polymorphose der Organismen nicht allein als prinzipiell zulässige, sondern als für jeden Organismus genau festgestellte Zyklen von Veränderungen erforscht sein werden. Bis dahin werden wir keine Daten besitzen, um die Fragen in Betreff der gegenseitigen Beziehungen der Organismen beantworten zu können, da uns keine konkrete Vorstellung dieser Organismen, als physiologischer Einheiten mit bestimmten, begrenzten Reaktionen vorliegt. Jetzt, wo sich unser Wissen auf einen einzigen Fall der Polymorphose eines jeden, in den gegenwärtigen Verhältnissen lebenden Organismus beschränkt, fehlen uns alle Daten zur Lösung dieser Fragen. So lange uns nur eine Reaktion des Organismus auf die Aussenwelt bekannt ist, dürfen wir die Organismen nicht als Individuen mit bestimmtem, komliziertem Zyklus von Reaktionen zu kennen glauben. Es muss erst dieser Zyklus selbst erforscht werden.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### TAFEL I.

*Fig. 1.* Laichball eines Pelobates fuscus vier Monate nach dem Einpflanzen, an die Wandung der Harnblase angewachsen. *a*, unpigmentiertes Segment mit x-Zellenkapseln. 20 Mal vergrössert.

*Fig. 2.* Laichball eines Pelobates fuscus 40 Tage nach dem Einpflanzen, an das Ovarium angewachsen. Die Form des Laichballs ist durch den Druck der umringenden Eizellen deprimiert.

*Fig. 3.* Laichball eines Pelobates fuscus $2^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen, an die Wandung der Darmröhre angewachsen. Um den Laichball herum ist das anwachsende Zwischengewebe deutlich zu sehen.

*Fig. 3a.* Derselbe Laichball von der Seite gesehen. Die Wucherung des Zwischengewebes ist nicht zu sehen.

*Fig. 4.* Laichball eines Pelobates fuscus $3^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen, an die Wandung der Darmröhre angewachsen. Er ist stark gewachsen. Der Laichball erscheint in zwei stark pigmentierte Blastomere geteilt. Rings herum ist das Anwachsen des Zwischengewebes zu sehen.

*Fig. 5.* Laichball eines Polobates fuscus 4 Monate nach dem Einpflanzen, er ist an die Wandung der Leber angewachsen, hat an Umfang stark zugenommen und einen eigenartigen Anhang (*a*) gebildet. Auf der Oberfläche der Leber erstreckt sich ein zweiter Anhang (*b*).

*Fig. 6.* Laichball eines Pelobates fuscus 2 Monate nach dem Einpflanzen, er ist an die Wandung des Mesenterium angewachsen und scheint auch in zwei Blastomere geteilt.

*Fig. 6a.* Derselbe Laichball von der Seite gesehen.

*Fig. 7 a* u. *7 b.* Schematische Abbildung des Plasmodiums der x-Zellen in seinem Ganzen (A); im Durchschnitte (B) *a* Leib der Zellen dieses Plasmodiums.

### TAFEL II.

*Fig. 8.* Schnitt durch den Hauptteil des an die Leber angewachsenen Laichballs (Fig. 5) vier Monate nach dem Einpflanzen. *a*, x-Zellenkapseln. *b*, Ausscheidung der gelatinosen Deckschicht. *c*, Hauptgruppe der Pigmentzellen. *d*, Verbindung des Laichballs mit dem Gewebe der Leber. Die Abbildung ist mit Hülfe des Abbe'schen Zeichenapparats, Apochromat Zeiss 16 und Okular 4 gemacht. Färbung nach Blochmann.

*Fig. 9.* Schnitt durch den beutelartigen Anhang desselben Laichballs. *a*, x-Zellenkapsel. *b*, Hauptkern der Pigmentzellen. *c*, junge x-Zellenkapseln. Abbe. Apochr. 16. Okular 4.

*Fig. 10.* Schnitt durch einen an die Lunge angewachsenen und $3^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen konservierten (8 August) Laichball. *a*, Blutgefässe. *b*, Distrikte mit besonders zahlreichen Kapillaren und dichten Kernmassen (vermutlich ein Infiltrat von Leukozyten). Abbe. Apochr. Zeiss 16. Okular 6. Färbung nach Blachmann.

*Fig. 11.* Schnitt durch einen dem Untergange nahen, an die Wandung der Darmröhre angewachsenen Laichball. Von dem Leibe der Zelle *(e)* aus ist ein grosser Streifen von Zwischengewebe ausgewachsen, welches die Wandung der Darmröhre faltenartig bedeckt. In dem Zwischengewebe sind Kapseln zu sehen, welche meistens schon zerfallene x-Zellen einschliessen. Einige Kapseln sind nach der Leibeshöhle hin geöffnet und leer. In dem Zentrum des Hauptkörpers des Laichballs sind nur wenige lebende Zellen *(d)* nachgeblieben. *a*, x-Zellenkapseln. *b*, nach der Leibeshöhle hin geöffnete x-Zellenkapseln. *c*, bereits abgestorbene Knospe der Pigmentzellen. *d*, Kern der lebenden Zellen im Zentrum des Körpers des Laichballs. *e*, Körper des Laichballs. Abbe. Apochr. Zeiss 16 Okul. 6.

*Fig. 12.* Schnitt durch einen an die Wandung der Harnblase angewachsenen Laichball; 4 Monate nach dem Einpflanzen ausgeschnitten und konserviert. Die äussere Ansicht des Laichballs ist auf Fig. 1. dargestellt. Der von den x-Zellenkapseln *(a)* eingenommene Teil des Laichballs entspricht dem weissen Segmente *a* auf der Fig. 1. *a* x-Zellenkapseln. *b*, Teil des Laichballs wo das Pigment nahezu gänzlich fehlt und einige junge x-Zellenkapseln zu sehen sind. *c*, von den pigmentierten Zellen eingenommener Teil des Laichballs. *d*, Lymphe mit Lymphozyten. Abbe. Apochr. Zeiss 16. Okular 6.

*Fig. 13.* Schnitt durch einen an das Ovarium angewachsenen Laichball (Fig. 2) 40 Tage nach dem Einpflanzen konserviert. Der ganze Körper des Laichballs ist von Pigmentzellen eingenommen, welche ein ganzes Netz bilden. Zwischen denselben liegen Büschel von blaugefärbten Zwischengewebefasern. *a*, Zwischengewebehülle. *b*, Kapillare. *c*, Büschel von Zwischengewebefasern. *d*, Eizellen. Abbe. Apochr. 18. Okul.

*Fig. 14.* Schnitt durch einen an die Harnblase leicht angehefteten Laichball, welcher 1 Monat nach dem Einpflanzen konserviert wurde. Der ganze in zwei Abteilungen geteilte Körper des Laichballs ist von x-Zellenkapseln eingenommen. In dem einen Segmente ist der ganze Raum von einer grossen Kapsel eingenommen, die andere Abteilung ist in mehrere kleine Kapseln zerteilt. *a*, x-Zellenkapseln. *b*, embryonale Zellen. *c*, Kapillar. Zeichenapparat Abbe. Apochr. 16. Okular 6.

*Fig. 15.* Schnitt durch denselben Laichball.

*Fig. 16.* Schnitt durch einen an den Dünndarm angewachsenen $3^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen konservierten Laichball. Der Schnitt ist durch die von zerstörten roten Blutkugeln (*b*) angefüllte Knospe und durch die x-Zellenkapseln (*a*) geführt; die letzteren werden durch die Wandungen der Knospe gebildet und sind zum Teil in das umringende lockere Zwischengewebe eingesunken, zum Teil in dem Raume der Knospe eingebettet. *a*, x-Zellenkapseln. *b*, Knospe des Laichballs, welche von den Blutkugeln mit dazwischen zerstreuten, stark pigmentierten, verzehrenden Zellen eingenommen ist. *c*, Hülle der Knospe und verdickter Teil derselben, in welchem hauptsächlich die embryonalen x-Zellen erscheinen. *d*, pigmentierte Zellen der äusseren Hülle; sie sind in dem umringenden lockeren Zwischengewebe unregelmässig zerstreut. *a*, junge x-Zellenkapsel. Zeichenapparat Abbe. Apochr. 16. Okular 6.

*Fig. 17.* Schnitt durch denselben Laichball. Es sind die gegenseitigen Beziehungen des Körpers des Laichballs und seiner Knospe (*b*) sichtbar. Oben liegt eine grosse x-Zellenkapsel (*a*). Der Körper des Laichballs hat eine äussere Umhüllung (*f*) aus stark pigmentierten Zellen und ist von zwei konzentrisch liegenden Kammern eingenommen; dieselben sind durch eine mehrschichtige Wandung von schwach pigmentierten Zellen der inneren Schichte der gemeinsamen Hülle abgetrennt. Die Wand der inneren Kammer wird unten mit den äusseren Hüllen durch einen breiten Isthmus (*h*) aus schwach pigmentierten Zellen verbunden. Zwischen den letzteren sind auch stark pigmentierte Zellen zu sehen. Beide Kammern sind von roten Blutkugeln eingenommen, doch ist die äussere noch nicht ganz dicht angefüllt; unter diesen Blutkugeln befinden sich ganz heile, ebenso wie auch zerstörte. Ein Teil der Kammer enthält beinahe gar keine Blutkugeln und ist von Lymphe angefüllt, welche sich ebenso wie die normale Blutlymphe grünlich färbt. Die innere Kammer ist von vollständig zerstörten Blutkugeln dicht angefüllt; dazwischen werden auch verzehrende Zellen angetroffen, wie sie schon in der äusseren Kammer und in der beschriebenen Seitenknospe zu sehen waren. Die Seitenknospe steht weit ab und liegt in dem lockeren Zwischengewebe, welches die ganze Kolonie umfasst. *a*, x-Zellenkapseln. *b*, von Blutkugeln angefüllte Seitenknospe. *c*, aeussere Kammer des Laichballs. *d*, innere Kammer. *e*, Teil der äusseren Kamme r; er ist von Blutlymphe mit vereinzelten roten Blutkugeln angefüllt, *f*, aeussere Hülle des Laichballs. *g*, Zwischengewebeband, welches den Laichball festhält. *h*, Brücke, welche die Wand der inneren Kammer mit der Aussenwand der äusseren Kammer verbindet.

*Fig. 18.* Ungefähr durch die Mitte desselben Laichballs geführter Schnitt. Es sind die Reste des primitiven Pigmentzellennetzes (*g*) zu sehen. *a*, x-Zellenkapseln. *b*, in das Zwischengewebe

versunkene Pigmentzellen. *c*, aeussere von roten Blutkugeln dicht angefüllte Kammer. *d*, innere Kammer. *e*, Teil der äusseren von Lymphe angefüllten Kammer. *f*, aeussere Hülle des Laichballs. *g*, Rest des primitiven Pigmentzellennetzes.

*Fig. 19.* Schnitt durch einen an den lymphatischen Sinus des Mesenterium angewachsenen, $3^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen konservierten Laichballs. Der ganze Körper des Laichballs ist von x-Zellenkapseln eingenommen, und es bleibt nur in der Mitte ein freier Raum, über den sich eine feine Plasmabrücke dehnt, *a*, x-Zellenkapseln. *b*, Pigmentzellen. *c*, Hauptgruppe der Pigmentzellen. *d*, zentrale Kammer. Zeichenapparat Abbe. Objektiv 16. Okular 6.

*Fig. 20.* Schnitt durch denselben Laichball. Es ist das Verwachsen mit dem lymphatischen Sinus zu sehen. *a*, x-Zellenkapsel. *b*, junge Knospe (x-Kapsel) *c*, Wand der inneren Kammer. *d*. Hauptgruppe der Pigmentzellen.

*Fig. 21.* Schnitt durch den auf Fig. 16—18 dargestellten Teil der äusseren Hülle des Laichballs. Eine mehrschichtige Decke aus Pigmentzellen von mesenhymatosem Typus, welche in dem lockeren Zwischengewebe zerstreut sind. *a*, x-Zellen (ausserhalb der Kapsel, in der äusseren Kammer). *b*, Pigmentzellen. *c*, dichte Zwischengewebeschicht, welche den Laichball von aussen abgrenzt. Apochr. 3. Okular 6.

*Fig. 22.* Schnitt durch das primitive Pigmentzellennetz, in der Nähe des äusseren Randes des auf Fig. 13 dargestellten Laichballs. Massenhaftes Auftreten einer Karyokinese der Pigmentzellen. Beginnende Umbildung derselben in ein sich in Blochmann blau färbendes Gewebe (Varietät des Zwischengewebes). *a*, aeussere Schicht, welche den Charakter eines Zwischengewebes hat. *b*, sich blau färbende Auswüchse der Pigmentzellen. *c* und *d*, Pigmentzellen, welche sich in unabhängige Zellen absondern.

*Fig. 23.* Pigmentierter Gewebeteil des auf Fig. 12 dargestellten Laichballs ($4^1/_2$ Monate nach dem Einpflanzen). Umbildung des primitiven Pigmentnetzes in ein Zwischengewebenetz mit zerstreuten, schwach pigmentierten embryonalen Zellen. *a*, stark pigmentierte, jedoch von dem Hauptnetze schon abgesonderte Zellen. *b*, eine ebensolche, aber schwach pigmentierte, abgesonderte Zelle, welche in karyokinetischer Teilung begriffen ist. *c*, Zellen des embryonalen Zwischengewebes mit kleinen Kernen. Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 24.* Teil der äusseren Hüllen des auf Fig. 5, 8 und 9 dargestellten Laichballs. Ausscheidung einer eigenartigen kolloïdalen Substanz, welche sich beinahe gar nicht färbt (schwach in Pikrinsäure). *a*, äeussere Zwischengewebeschicht. *b*, kolloïdale Substanz. *c*, in derselben zerstreute Kerne. *d*, Zwischengewebestroma des Laichballs. *e*, Zwischengewebeunterlage unter der Substanz b. *f*, pigmentierte Zellen, welche die Alveole des Laichballstroma anfüllen. Zeichenapparat Abbe. Apochr. 3. Okular 6.

*Fig. 25.* Teil der Verbindung des auf Fig. 5, 8 und 9 dargestellten Laichballs mit dem Gewebe der Leber. Zerfall des letzteren und seine Umbildung bei dem teilweisen Eindringen in den Laichball. *a*, abgrenzendes Zwischengewebe, welches das Gewebe des Laichballs (oben) von dem jenigen der Leber (unten) abtrennt. *b*, stark pigmentierte Leberzellen. *c*, riesenhafte Zellen des Laichballs (die eine befindet sich in karyokinetischer Teilung). *d*, Alveol des Stroma der Leber; die Zellen derselben sind in der Umbildung und dem Schwinden begriffen. *e*, normale Zellen der Leber. *f*, schwach pigmentierte Zellen des Laichballs. *g*, Zwischengewebestroma des Laichballs. *h*. Zwischengewebestroma der Leber. Zeichenapparat Abbe. Apochr. 3 mm. Okular 6.

## TAFEL III.

*Fig . 26.* Schnitt durch ein Blutgefäss der Lungenwandung an dessen Eintritt in den auf der Fig. 10 dargestellten Laichball. Die Pigmentzellen verzehren die roten Blutkugeln. *a*, Pigmentzellen. *b*, Zwischengewebewand des Gefässes. *c*, rote von den Pigmentzellen aufgefangene und zerfallende Blutkugeln. *d*, Leukozyten. Zeichenapparat Abbe. Obj. 3, Ok. 4.

*Fig. 27.* Teil des Gewebes eines an die Lunge angewachsenen Laichballs, welcher sich vollends

in ein Zwischengewebestroma mit in demselben zerstreuten, grossen Pigmentzellen umgebildet hat. *a*, Pigmentzellen. *b*, Kapillare. *c*, ruhende, stark pigmentierte Zellen. Anhäufung von *d*, Lymphozyten, Zeichenapparat Abbe. Obj. 3. Okul. 4.

*Fig. 28.* Pigmentzellen bei ihrer Absonderung von dem primitiven Netze und ihrer Umbildung in Zellen, welche die roten Blutkugeln verzehren. Zeichenapparat Abbe. Obj. 3. Okul. 6.

*Fig. 29.* Teil einer eigenartigen epithelialen Ansammlung von Laichballzellen. Die, in dem beutelartigen Anhange des auf Fig. 5, 8 und 9 dargestellten Laichballs, beobachtete Gruppirung der Zellen gleicht derjenigen der Somitenzellen.

*Ftg. 30.* Teil der äusseren Kammer des auf Fig. 16, 17 und 18 dargestellten Laichballs. Gruppen von Pigmentzellen, welche sich der roten Blutkugeln bemächtigt haben und dieselben zerstören. *a*, Pigmentzelle bei ihrem Austritte aus der Wand der inneren Kammer. *b*, Wand der inneren Kammer. *c*, rote Blutkugeln, welche von den Pigmentzellen schon aufgefangen sind, deren Kern aber noch unverzehrt bleibt. *d* und *d*, von den Pigmentzellen eingefangene rote Blutkugeln deren Kerne im Zerfall begriffen sind. *e*, von den Pigmentzellen ergriffene rote Blutkugeln, deren Kern vollends zerstört ist und die Zellen bräunlich färbt. *f*, rote Blutkugeln ohne Kern und ohne braünliche Färbung. Objekt. 3. Okul. 6.

*Fig. 31.* Ein in das primitive Pigmentnetz eindringendes Kapillar. Objekt. 3. Okul. 6.

*Fig. 32.* Beziehungen des primitiven Pigmentnetzes zu dem Gefässe an welches der Laichball angewachsen ist. Zerfall und Aufquellen der Muskelwand (*a*) des Gefässes; es dringen in dieselbe die Pigmentzellen (*b*) aus dem Laichball (*c*) ein. Eine an der Grenze des Gefässes sich abteilende Pigmentzelle. *d*, das Innere des Gefässes. Zeichenapparat Abbe. Objekt. 3. Okul. 6.

*Fig. 33.* Finales Zerfallstadium der Leberzellen, welche in das Stroma des Laichballs eindringen. *a*, Leberzellen mit abgestorbenem Kerne. Zeichenap. Abbe. Objekt. 3. Okul. 6.

*Fig. 34.* Bildung eines dichten Gewebes aus dem embryonalen Zellen des Laichballs. *a*, embryonale Zellen an der Grenze der von Blutkugein angefüllten Kammer. Zeichenapparat Abbe. Obj. 3 mm. Okul. 6.

*Fig. 35.* Pigmentzelle welche die zerfallenden und sich zusammenklebenden roten Blutkugeln verzehrt. *a*, Plasmafäden derselben. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 36.* Umbildung eines unbefruchteten Eies in eine Menge grosser, stark pigmentierter Zellen mit unverhältnissmässig kleinen Kernen. Aus den Auswüchsen der äusseren Hülle dringt stellenweise das Zwischengewebestroma dazwischen ein. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 37.* Das folgende Stadium der Umbildung eines unbefruchteten Froscheies. Das Pigment wird allmälig heller und zerfällt. Es erscheinen grosse Vakuole in den Zellen und den Lume zwischen denselben. Einige Zellen teilen sich karyokinetisch.

*Fig. 38.* Das nächstfolgende Stadium der Umgestaltung des Pigments in eine sich grünlich färbende Masse. Die Kerne haben an Umfang zugekommen, das Plasma hat abgekommen. Die Karyokinese dauert fort.

*Fig. 39.* Das letzte Stadium vor der definitiven Umwandlung des unbefruchteten Froscheies in eine Zwischengewebemasse. Die grünlichen Massen des zerfallenden Pigments sind beinahe gänzlich verschlungen; nur stellweise bleiben noch einzelne Körner nach. Das Plasma bildet ein Netz durcheinander verflochtener Fäden. Die Kerne teilen sich karyokinetisch und nehmen an Umfang zu. Die Zwischengewebehülle verdickt sich und beginnt in den inneren Raum einzudringen und ihn anzufüllen. Zeichenapparat Abqe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 40.* In der Wand der mit Blutkugeln angefüllten Kammer erscheinen embryonalen x-Zellen. *a*, Masse der zerfallenden Blutkugeln. *b*, x-Zelle, welche sich aus der Schichte der Zellen der inneren Hülle ablöst. *c*, Zellen der inneren Hülle. *d*, x-Zellen, welche in das lockere Zwischengewebe schon eingesunken sind und sich zu Kugeln abrunden. Zeichenapparat Abbe. Obj. 3. Okul. 6.

*Fig. 41.* Umbildung der x-Zellen in mehrzellige Kugeln. *a*, x-Zelle, deren Kern in Chromatinfäden zerfallen ist. *b*, x-Zellenkugel, welche sich aus der x-Mutterzelle gebildet hat. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 42.* Umbildung der x-Zellen in mehrzellige Kugeln.
*a*, innere Bekleidung der von Blutkugeln angefüllten Kammer. *b*, in der Zwischengewebehülle zerstreute Pigmentzellen. *c*, eine sich teilende x-Mutterzelle. Verdickung der Chromatinfäden und Umbildung derselben in selbstständige x-Zellenkerne. *a*, mehrzellige Kugel aus x-Tochterzellen. *e*, Kapsel mit x-Tochterzellen, welche ihre typische erwachsene Form angenommen haben. *f*, in die Kapsel aus einer Nebenkugel eingedrungene x-Tochterzelle. *g*, in die Kapsel eintretende x-Tochterzelle. *h*, primitive x-Zellen, welche sich aus der inneren Wand der Kammer ausscheiden. Zeichenapparat Abbe. Obj. 3. Okul. 6.

*Fig. 43.* In der x-Zellenkapsel hat die mehrzellige Tochterzellenkugel eine vorherrschende Rolle. In dem Plasma der dicht aneinander liegenden Tochterzellen erscheinen Fasern. Ausscheidung der Kapselhülle. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 44.* Weitere Modifikation der Tochterzellenkugel bei dem Anwachsen der Kapsel. Die Zellen beginnen auseinanderzugehen und es erscheinen dicke Plasmaauswüchse. *a*, spiralförmiger Auswuchs. *b*, in ein gemeinsames mehrzelliges Plasmodium zusammengeflossene Zellen. *c*, Auswüchse, welche die x-Zellen mit einander verbinden. *d*, anliegende Kapseln. Zeichenapparat Abbe. Objekt. 3 mm. Okul. 6.

*Fig. 45.* Teil einer erwachsenen Kapsel, x-Zellennetz. *a*, mehrkernige x-Zelle. *b*, Auswuchs einer einkernigen Zelle, welcher sie mit einer mehrkernigen verbindet. *c*, schlingenförmiger Auswuchs. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 46.* x-Zellen von verschiedenen Typus. *a*, zweikernige x-Zelle. *x*, schlingenförmiger Auswuchs. *b*, einkernige x-Zelle mit drei Auswüchsen. *c*, dreikernige x-Zelle mit einem Auswuchse. *d*, einkernige x-Zelle mit einem amöboïden Pseudopodium und einem Auswuchse. *e*, einkernige x-Zelle mit drei amöboïden Pseudopodium. *f*, einkernige x-Zelle mit einem geschlängelten Auswuchse. *g*, einkernige x-Zelle mit zwei Auswüchsen. *h*, eine in der Teilung begriffene zweikernige x-Zelle. *i*, einkernige x-Zelle, deren Kern sich karyokinetisch teilt, mit zwei Auswüchsen. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 47.* Bildung typischer x-Zellen ausserhalb der Kapsel. *a*, an der Bildung des riesenhaften Plasmodiums beteiligte x-Zelle. *b*, amöboïde Enden ihrer Pseudopodien. *c*, Zellen des umringenden Mesenchyms, welche sich in x-Zellen umbilden.

*Fig. 48.* Anderer Schnitt durch dasselbe Plasmodium, aus welchem sich ein Tekum mit mehreren amöboïden Plasmaanflüssen bildet.

*Fig. 49.* Ein anderer Schnitt durch das Plasmodium, dessen Ende. Das Zusammenfliessen aller Auswüchse in eine gemeinsame Masse. Karyokinese der Kerne. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 50.* Grundzelle innerhalb des Stroma des Laichballs. *a*, Pigmentzellen. Zeichenapparat Abbe. Objek. 3. Okul. 6.

*Fig. 51.* Bildung einer x-Zelle ausserhalb der Kapsel, Kugel mit verdickten Plasmafäden. *a*, x-Tochterzellen, welche sich noch nicht in erwachsene umgebildet haben. *b*, eine in der Umbildung begriffene Zelle.

# INHALT.


Seite.

Einleitung . . . . . 3

Kapitel I. **Theoretische Begründung der Experimente** . . . . . 5

Kapitel II. **Anordnung der Experimente** . . . . . 8

Kapitel III. **Aeussere Ansicht der Laichbälle** . . . . . 11

Kapitel IV. **Allgemeine Ansicht der Schnitte durch die Laichbälle** . . . . . 13

Die Laichbälle sind mehrzellige Organismen . . . . . 13
Frühe Stadien der Laichbälle . . . . . 13
x-Zellenkapseln . . . . . 14
Fernere Modifikationen der Laichbälle . . . . . 14
Mimikry der anliegenden Gewebe . . . . . 14
Laichball-kolonien . . . . . 15
Schluss . . . . . 16

Kapitel V. **Die Gewebe der parasitären Laichbälle und ihre Genese** . . . . . 17

Primitives Pigmentgewebe . . . . . 17
Zwischengewebehülle . . . . . 17
Das Anfüllen des Laichballs mit Zwischengewebe . . . . . 18
Das lockere Zwischengewebe . . . . . 19
Das alveolare Zwischengewebe . . . . . 20
Das netzige Zwischengewebe . . . . . 20
Das Ento-Ektoderm der Laichbälle . . . . . 21
Freiliegende Pigmentzellen . . . . . 22
Epithelgewebe . . . . . 24
Horndecke . . . . . 24
Unbestimmte Gewebe . . . . . 24

Kapitel VI. **x-Zellen** . . . . . 24

Konstanz der Bildung . . . . . 25
Anzahl der x-Zellenkapseln . . . . . 25
Lage der x-Zellenkapseln . . . . . 25
x-Zellen ausserhalb der Kapseln . . . . . 25
Ansicht der Kapseln im Allgemeinen . . . . . 25
Aeussere Ansicht der x-Zellen . . . . . 26
Entwickelung der x-Zellen . . . . . 27
Aeussere Ansicht der embryonalen x-Zellen . . . . . 28
Die ersten Entwickelungsstadien . . . . . 28
Die Entwickelng durch Inkapsulierung . . . . . 28
Erste Teilung der Zelle . . . . . 28
Weitere Teilungen der x-Zellen . . . . . 28
Umbildung der Tochterzellen in x-Zellen . . . . . 28
Direkte Entwickelung der x-Zellen . . . . . 29
Das Anfüllen der primitiven Kapseln mit x-Zellen . . . . . 30
Ideale Struktur der x-Zellen . . . . . 30
Weiteres Schicksal der x-Zellen . . . . . 31
Bedeutung der x-Zellen . . . . . 31

*Seite.*

Kapitel VII. **Beziehungen der Laichbälle zu den Geweben des Wirten und Ernährungsprozess der Ersteren** . . . . . .

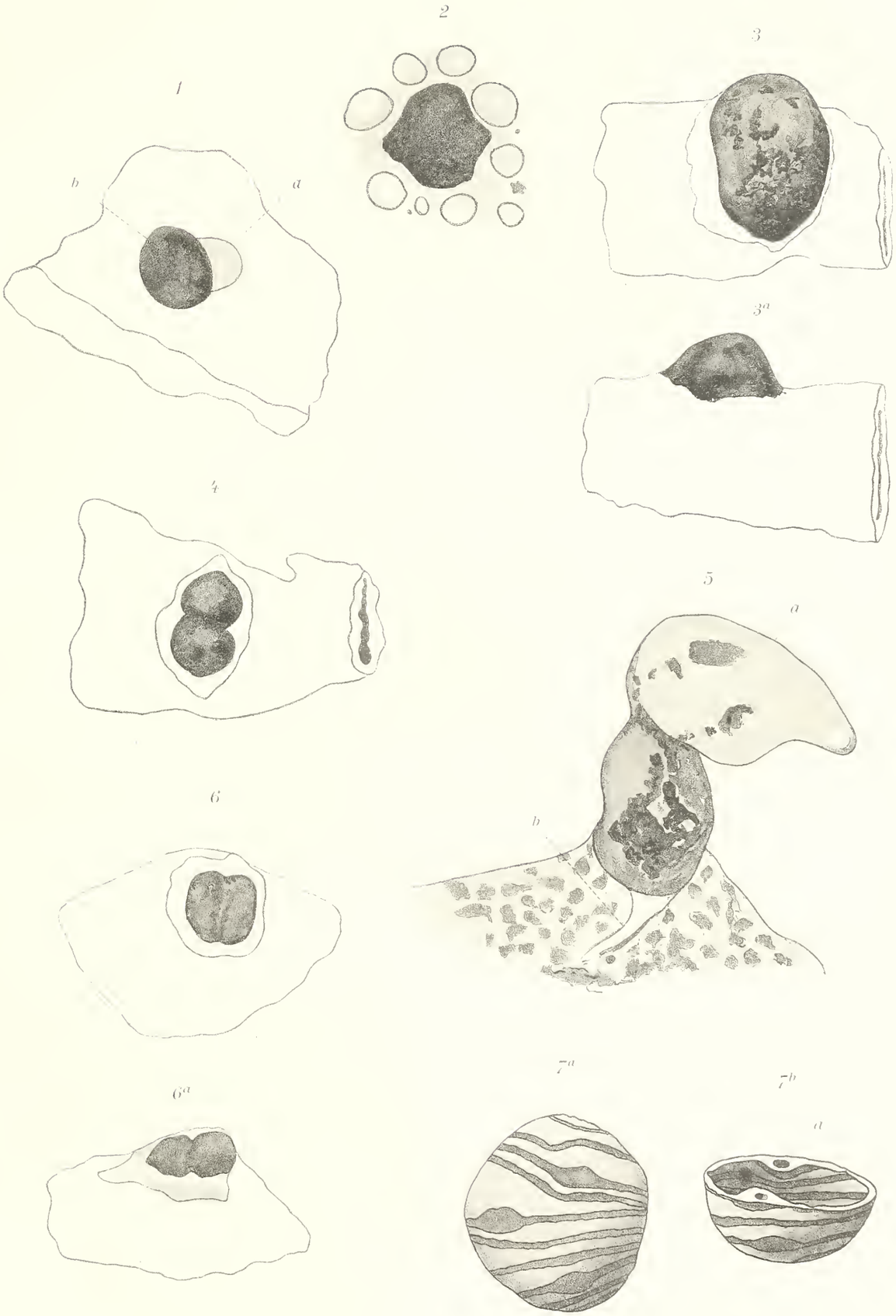
Parasitismus auf Kosten des Bluts . . . . . 32
Parasitismus auf Kosten des Blutwechsels . . . . . 32
Parasitismus auf Kosten der geformten Blutelemente . . . . . 34
Parasitismus auf Kosten anderer Gewebe . . . . . 34
Parasitismus auf Kosten der Lymphe der Leibeshöhle . . . . . 36
Parasitismus der x-zellen . . . . . 36
Einwirkung des Parasitismus auf das erwachsene Individuum . . . . . 36

Kapitel VIII. **Schicksal der unbefruchteten, reifen, aus den Follikeln nicht ausgefallenen Froscheier** 37
Kapitel IX. **Schluss** . . . . . 40
Erklärung der Abbildungen . . . . . 44

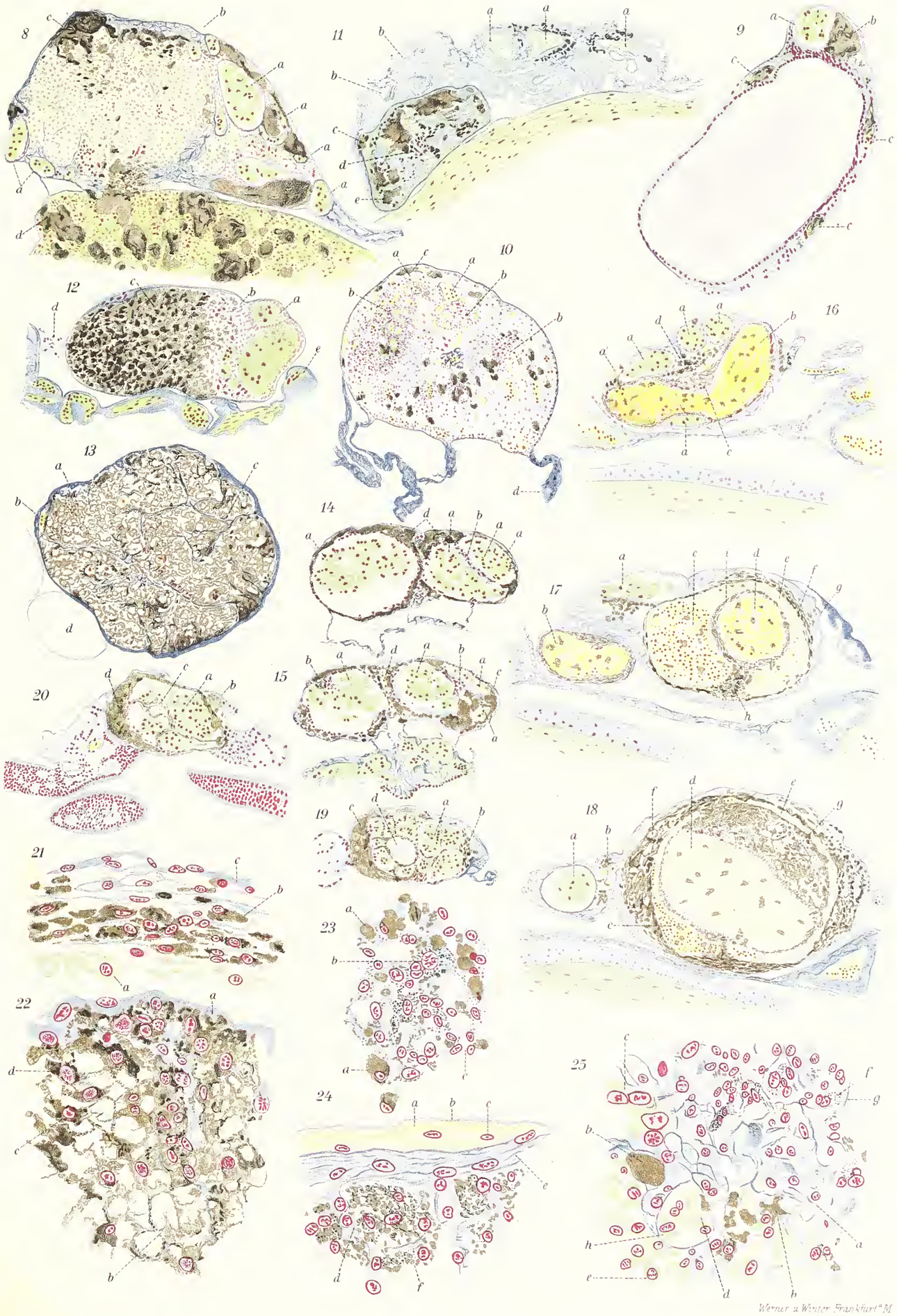
---

PRESENTED
6 JUL. 1916

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

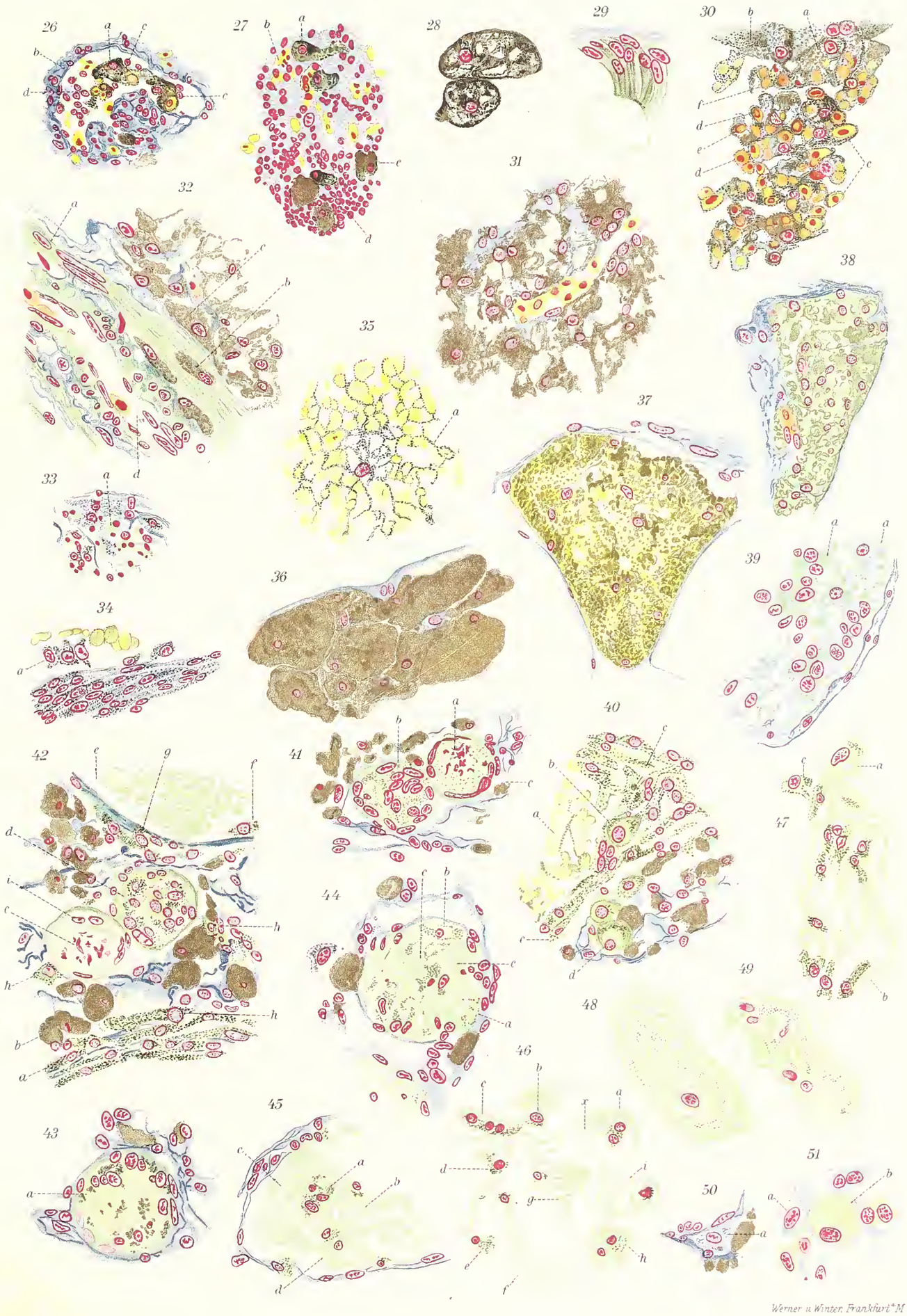

1
b
a
2
3
3a
4
5
a
b
6
6a
7a
7b
a

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY




Werner & Winter Frankfurt a/M.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY




Werner u. Winter, Frankfurt a. M.

## Contenu.

**G. A. Belogolowy.** Hemmung der embryonalen Entwickelung durch künstlichen Parasitismus. (Mit 3 Taf.) . . . . . 1—50

Prix 10 mrk.

## En vente au siége de la Société:

Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.

T. XVI, formant le T. XXI de la collection.

| | Mr. | Fr. |
|---|---|---|
| Livraison 1-re (avec 3 pl.) 1898 | 10. | 12.50 |
| Livraison 2-me (avec 6 pl.) 1899 | 20. | 25.— |
| Livraison 3-me (avec 8 pl.) 1901 | 6. | 7.50 |
| Livraison 4-me (dernière) (avec 4 pl.) 1905 | 20. | 25.— |

T. XVII, formant le T. XXII de la collection.

| | | |
|---|---|---|
| Livraison 1-re (avec 6 pl.) 1907 | 10. | 12.50 |
| Livraison 2-me (avec 3 pl.) 1910 | 8. | 10.— |
| Livraison 3-me (avec 4 pl.) 1913 | 10. | 12.50 |